**13. feladatlap: Mire jó még a tűzijáték?**

**Módszertani útmutató**

**1. Téma:** Az atomok lángfestése

**2. Felhasználás:** 9. osztály, 45 perces tanóra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

* Az alapállapotú atomok elektronszerkezete.
* Az atomok alapállapota és gerjesztett állapota.

**4. Célok:**

* Motiváció: A kíváncsiság felkeltése a környezetünkben lévő anyagok tulajdonságainak és viselkedésük szabályszerűségeinek megértése iránt a lángfestés kapcsán.
* Ismétlés: Az atomok elektronszerkezete.
* A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
* A logikus gondolkodás, az induktív következtetés gyakorlása.
* A 2. és a 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében elméleti ismerkedés a természettudományos vizsgálatok lépéseivel. A 3. típusú feladatlapot kitöltő tanulók esetében a saját tervezésű kísérletek megvalósításának gyakorlása.

**5. Tananyag:**

* **Ismeret** szint:
  + Az atomokban az elektronok energiabefektetés hatására magasabb energiájú pályára lépnek, de a nem stabil gerjesztett állapotból hamarosan újra alapállapotba kerülnek, miközben a felvett energiát kisugározzák.
  + Az elemek gerjesztési energiája az adott elemre jellemző érték.
  + A fény hullámhossza fordítottan arányos egy fotonjának energiájával.
* **Megértés** szint:
  + Egyes atomok gerjesztési energiája a látható fény tartományába esik, ezek a lángot színesre festik.
  + A kisugárzott energia a gerjesztési energiával megegyező nagyságú, és ezért a lángfestés színe az adott elemre jellemző, így a minőségi analízis egyik fontos próbája.
* **Alkalmazás** szint:
  + A tanulóknak el kell tudniuk dönteni adott elemek lángfestésének színéből, és a megadott fénnyel kapcsolatos adatokból, összefüggésekből, hogy azok gerjesztési energiája hogyan viszonyul egymáshoz.
* **Magasabb rendű műveletek** szintje:
  + A 2. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a konkrét példa utólagos magyarázata alapján meg kell érteni, hogy melyek a természettudományos kutatások főbb lépései.
  + A 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a feladatlapon kapott segítség és konkrét példa végrehajtása alapján meg kell érteni, hogy melyek a természettudományos kutatások főbb lépései.

**6. Módszertani megfontolások:**

* Ez a feladatlap a minőségi meghatározások módszerei közül mutat be egy példát. Ebben az esetben a tanulók a lángfestés vizsgálatakor természetesen csak saját látásukra hagyatkoznak. (A gyakorlatban az elvet műszeres mérések során is alkalmazzák, minőségi és mennyiségi meghatározásokhoz is.) A feladatlapok alapján végzett kísérletek során tehát a lángfestés jelenségének kvalitatív analízisre való felhasználása történik. A kvantitatív meghatározásra jó példa az élelmiszerek nátrium-klorid-tartalmának, vagy a talaj nehézfémsó-szennyezésének mérése.
* A 2. és 3. feladatlapot megoldó tanulók ismeretlen vegyület összetételét határozzák meg. A biztos meghatározáshoz fontos, hogy a feladatlapon csak olyan elemek szerepeljenek, amelyek lángfestése az ismeretlen lángfestésétől egyértelműen eltérő színű. (Például a kalcium téglavörös, a stroncium kárminpiros, a lítium bíborvörös lángfestése esetén a színelnevezések és a három közül egy szín látványa alapján a tanulók számára nem biztos, hogy egyértelműen kiválasztható a megfelelő elem.) Az ismert vegyületek oldataival történő összehasonítás lehetővé tenné a több elem közül történő kiválasztást, azonban takarékossági okok miatt (mivel így csak három szórófejes flakonra van szükség tanulócsoportonként) nem ezt a megoldást választottuk.
* A lángfestés jelensége az atomok elektronszerkezetének tárgyalásakor illeszthető a tanmenetbe. Bár ennek a témakörnek nem központi eleme, ez a látványos tanulókísérlet kiváló motiváció lehet e rendkívül elvont tananyagrész tanulásakor.
* A tananyag elsajátítása során szóba kerülhet, hogy mitől látunk színesnek egyes anyagokat szokványos körülmények között. Ez egy olyan komplex természettudományos kérdés, amely kapcsolatot teremt a kémia, biológia (színlátás) és fizika (a fény hullám- és részecsketermészete) tantárgyak között. Később a kovalens kötés tárgyalásánál erre vissza lehet utalni, példaként említve a paprika, paradicsom gyönyörű színeit és a bennük található karotinoidok kötésszerkezetét. Megjegyzendő, hogy a paradicsom (általában a festékek, így az indikátorok stb.) színe nem úgy áll elő, ahogyan ebben a feladatban szerepel (emisszió, fénykibocsátás), hanem a molekulák fényelnyelése (abszorpció) útján, ami más mechanizmust jelent.
* A feladatlapon kizárólag fémek lángfestése szerepel. Fontos felhívni rá a figyelmet, hogy ez a jelenség egyes nemfémes elemek esetén is megfigyelhető. Házi feladat lehet, hogy a tanulók keressenek az interneten ilyen elemeket a hozzájuk tartozó lángfestés színével, esetleg hasonlítsák össze ezek gerjesztési (ill. kibocsájtási) energiáját, illetve készítsenek a feladatlapon található feladatokhoz hasonló kiegészítendő mondatokat, melyeket aztán feladhatnak osztálytársaiknak.
* Szükség esetén el kell magyarázni a diákoknak, hogy mit jelent az „atomizálódás”. A lángfestést fémsókkal végezzük, de azokban fémionok vannak, melyeknek – többnyire – nincs könnyen gerjeszthető vegyértékelektronja. A láng hőmérsékletének hatására azonban a fémsó egy kis része szublimál és a gázfázisban atomokra bomlik (atomizálódik).
* Ha a feladatlap megoldása nem tölti ki a teljes tanórát, akkor kémiatörténeti érdekességként megemlíthető, hogy a lángfestés jelenségét elsőként Bunsen vizsgálta, és éppen ebből a célból fejlesztette ki a Bunsen-égőt. Ennek kapcsán lehet beszélni a spektrum és a spektroszkóp jelentőségéről, ami a nemesgázok felfedezésének tanításakor hasznos lesz. Tanári demonstrációs kísérletként pedig más elemek lángfestései is bemutathatók.

**7. Technikai segédlet:**

* **Anyagok és eszközök az oldatok elkészítéséhez**
  + réz(II)-szulfát
  + nátrium-klorid
  + kalcium-klorid
  + etil-alkohol (96%-os vagy abszolút)
  + 2 mol/dm3 koncentrációjú sósav
  + vegyszeres kanál, 3 db
  + 50-100 cm3 főzőpohár, 3 db
  + 50 cm3 mérőhenger
  + Pasteur-pipetta
  + alkoholos filctoll
* **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**
  + szórófejes műanyagflakon, 3 db
  + borszeszégő
  + gyufa
  + Petri-csésze, óraüveg vagy egyéb alkalmas üvegedény a használt gyufának
  + tálca
  + védőkesztyű
  + védőszemüveg
* **Előkészítés:**
  + Az előkészítéshez szükséges anyagokat és eszközöket tartalmazó tálca fényképe a következő:



* + Készítsünk alkoholos oldatot a három sóból a következőképpen. (Az alábbi leírás az egyetlen csoport számára elegendő oldat készítéséről szól. Az egész osztály számára történő oldatkészítéskor tehát az alkohol és a sósav mennyiségét meg kell szorozni a tanulókísérleteket egyszerre végző csoportok számával.) Oldjunk az egyik szilárd anyagból néhány kristályt 5 cm3 etil-alkoholban, és 5 csepp 2 mol/dm3-es sósavban. Öntsünk az oldatból egy keveset egy feliratozott szórófejes flakonba, és ellenőrizzük, hogy jól látható-e a lángfestés. Ha nem, akkor próbáljunk nagyobb koncentrációjú oldatot készíteni (további só és sósav hozzáadásával), majd ismételjük meg a lángfestési próbát. Ha jól látható a lángfestés várt színe, akkor az oldatot osszuk szét a csoportok tálcáira kerülő feliratozott szórófejes flakonokba (a flakonokba önthetőek az 5-5 cm3-nyi oldatok). Ismételjük meg ezt a másik két só esetében is.
  + Ha a diákok kérdezik, miért van szükség a sósavra, akkor utalni kell rá, hogy ez egy olyan jelenség (a hidrolízis) visszaszorítása miatt kell, amelyről néhány hónap múlva, a sav-bázis folyamatok kapcsán fognak tanulni.
  + A réz(II)-szulfát alkoholos oldata a keletkező tetrakloro-kuprát-ionok miatt zöld színű, így azok a tanulócsoportok, amelyek ezt ismeretlenként kapják, nem találják majd ki azonnal, hogy réz(II)-szulfát van az oldatban.
  + A borszeszégő lángja ugyan eleve sárga, és nem színtelen, azonban ennek ellenére (a kipróbálások tapasztalatai szerint) az itt használt fémsók lángfestéseinek színei jól megkülönböztethetők egymástól.
  + Az 1. és 2. típusú feladatlaphoz a tanulók számára előkészített tálca fényképe a következő:



* + A 3. típusú feladatlaphoz a tanulók számára előkészített tálca fényképe a következő:



* **Balesetvédelem**
  + A nyílt láng használata előtt át kell ismételni a vonatkozó balesetvédelmi szabályokat. A hosszú hajú tanulók haja legyen összefogva, és semmilyen éghető anyag ne kerüljön a láng közelébe. Az oldatok porlasztása során fokozottan ügyeljünk rá, hogy a csoportok tagjai ne hajoljanak közel az égőhöz.
* **Hulladékkezelés**
  + Az elkészített oldatok a későbbiekben azonos célra újra felhasználhatók. Érdemes a porlasztófejet eltávolítani, és elmosva külön tárolni, hogy a fém alkatrészek ne korrodeálódjanak a sósavas gőzben. A flakonok például gumidugóval lezárhatók.
  + A porlasztófej rugója (mely fémből készül) a következő fényképen látható:



* + A keletkező réztartalmú hulladékokat a halogénmentes szerves gyűjtőbe kell önteni.**Mire jó még a tűzijáték?** (1. típus: receptszerű változat)

Ha a gáztűzhelyen a forró leves kifut a fazékból, sárgára festi a kék gázlángot. Ugyanilyen sárga színnel világítanak az utcai nátriumgőzlámpák. Mindkét esetben a nátrium jellegzetes sárga lángfestését látjuk. A tűzijáték mesés színkavalkádját is a **különböző atomok különféle színű lángfestése** okozza. Mivel **egy adott elem atomjai mindig ugyanolyan színűre festik a lángot**, ez alapján az elem jelenléte kimutatható. Így a lángfestés a **kémiai elemzés (analitika)** egyik legrégebbi módszere. A lángfestés jelenségén alapuló műszeres módszerek pedig ma is fontos szerepet játszanak a keverékek összetevőinek **minőségi és mennyiségi meghatározás**ában.

A lángfestés magyarázatához tudnunk kell, hogy az atomok **legstabilisabb** energiájú állapotát **alapállapot**nak nevezzük. Ekkor elektronjaik a lehető legkisebb energiájú atompályákon helyezkednek el. Energiabefektetés hatására az elektronok magasabb energiájú pályára lépnek. Ekkor az atom úgynevezett **gerjesztett állapot**ba kerül, ami nem stabilis. Így az atom hamarosan újra alapállapotba jut, és eközben a **felvett energiát kisugároz**za.

Az alapállapot és a gerjesztett állapot közötti **gerjesztési energia** (amely a gerjesztett állapot megszűnése során kisugárzott energiával megegyező nagyságú) egy **adott atom** esetében állandó érték. Ezért a gerjesztés megszűnésekor **kisugárzott elektromágneses hullámok fotonjai** is **mindig ugyanolyan energiájúak**. Ha ezen fotonok energiája a **látható fény tartományába** esik, akkor az **atomra jellemző színű lángfestést** látunk.

1. **Kísérlet**: A tálcán az egyik porlasztófejjel ellátott flakonban nátrium-klorid alkoholos oldata van. Gyújtsátok meg a borszeszégőt, spricceljétek az oldatot a lángba és figyeljétek meg a változást!

**Tapasztalat:**

A láng színe a nátrium-klorid-oldat beleporlasztása során színű lett.

**Magyarázat:** Hevítés hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai

atompályára kerültek, majd a

állapot megszűnése során az atom a felvett energiát

formájában kisugározta, miközben visszakerült .

A látható fény a **380-760 nanométer** (jele: nm, a méter egymilliárdod része) hullámhossztartományba eső elektromágneses sugárzás, az egyes **színérzetek**et ezen belül más-más hullámhosszú (a hullámhossz jele *λ* – lambda) fény kelti[[1]](#footnote-1):

|  |  |
| --- | --- |
| **A lángfestés színe** | **Hullámhossz, *λ* (nm)** |
| ibolya | 380 – 420 |
| kék | 420 – 490 |
| zöld | 490 – 575 |
| sárga | 575 – 585 |
| narancs | 585 – 650 |
| vörös | 650 – 750 |

A különböző elektromágneses sugárzásoknak nemcsak a hullámhossza, hanem fotonjaik energiája is eltérő**. A sugárzás egy fotonjának energiája a hullámhosszal fordítottan arányos**:

Tehát minél nagyobb a kibocsátott sugárzás hullámhossza (azaz minél közelebb van az érzékelt szín a vöröshöz), annál kisebb fotonjainak energiája. Ez azt is jelenti, hogy minél közelebb van a vöröshöz egy elem lángfestése, annál kisebb energia szükséges elektronjainak gerjesztődéséhez.

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy húzd át a hibás szövegrészt!**

|  |  |
| --- | --- |
| **Az elem neve** | **A lángfestés színe** |
| cézium | kék |
| kálium | fakóibolya |
| stroncium | kárminpiros |
| bárium | fakózöld |

A céziumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

2. **Kísérlet:** Döntsétek el, hogy a rézatom vagy a kalciumatom elektronjai gerjeszthetők-e a nátriumatom elektronjainál nagyobb energiával! A tálcán található két másik porlasztófejes flakon. Ezekben réz(II)-szulfát, illetve kalcium-klorid alkoholos oldata található. Végezzétek el a lángfestés-vizsgálatot ezekkel az oldatokkal is!

**Tapasztalat:**

|  |  |
| --- | --- |
| **A só neve** | **A lángfestés színe** |
| réz(II)-szulfát |  |
| kalcium-klorid |  |

A rézatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett rézatom által kibocsátott színű fény hullámhossza , mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott színű fény hullámhossza.

A kalciumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett kalciumatom által kibocsátott színű fény hullámhossza , mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott színű fény hullámhossza.

**Mire jó még a tűzijáték?** (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

Ha a gáztűzhelyen a forró leves kifut a fazékból, sárgára festi a kék gázlángot. Ugyanilyen sárga színnel világítanak az utcai nátriumgőz-lámpák. Mindkét esetben a nátrium jellegzetes sárga lángfestését látjuk. A tűzijáték mesés színkavalkádját is a **különböző atomok különféle színű lángfestése** okozza. Mivel **egy adott elem atomjai mindig ugyanolyan színűre festik a lángot**, ez alapján az elem jelenléte kimutatható. Így a lángfestés a **kémiai elemzés (analitika)** egyik legrégebbi módszere. A lángfestés jelenségén alapuló műszeres módszerek pedig ma is fontos szerepet játszanak a keverékek összetevőinek **minőségi és mennyiségi meghatározás**ában.

A lángfestés magyarázatához tudnunk kell, hogy az atomok **legstabilisabb** energiájú állapotát **alapállapot**nak nevezzük. Ekkor elektronjaik a lehető legkisebb energiájú atompályákon helyezkednek el. Energiabefektetés hatására az elektronok magasabb energiájú pályára lépnek. Ekkor az atom úgynevezett **gerjesztett állapot**ba kerül, ami nem stabilis. Így az atom hamarosan újra alapállapotba jut, és eközben a **felvett energiát kisugároz**za.

Az alapállapot és a gerjesztett állapot közötti **gerjesztési energia** (mely a gerjesztett állapot megszűnése során kisugárzott energiával megegyező nagyságú) egy **adott atom** esetében állandó. Ezért a gerjesztés megszűnésekor **kisugárzott elektromágneses hullámok fotonjai** is **mindig ugyanolyan energiájúak**. Ha ezen fotonok energiája a **látható fény tartományába** esik, akkor az **atomra jellemző színű lángfestést** látunk.

1.**Kísérlet**: A tálcán az egyik porlasztófejjel ellátott flakonban nátrium-klorid alkoholos oldata van. Gyújtsátok meg a borszeszégőt, spricceljétek az oldatot a lángba és figyeljétek meg a változást!

**Tapasztalat:**

A láng színe a nátrium-klorid-oldat beleporlasztása során színű lett.

**Magyarázat:** Hevítés hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai

atompályára kerültek, majd a

állapot megszűnése során az atom a felvett energiát

formájában kisugározta, miközben visszakerült .

A látható fény a **380-760 nanométer** (jele nm, a méter egymilliárdod része) hullámhossztartományba eső elektromágneses sugárzás, az egyes **színérzetek**et ezen belül más-más hullámhosszú (a hullámhossz jele *λ* – lambda) fény kelti[[2]](#footnote-2):

|  |  |
| --- | --- |
| **A lángfestés színe** | **Hullámhossz, *λ* (nm)** |
| ibolya | 380 – 420 |
| kék | 420 – 490 |
| zöld | 490 – 575 |
| sárga | 575 – 585 |
| narancs | 585 – 650 |
| vörös | 650 – 750 |

A különböző elektromágneses sugárzásoknak nemcsak a hullámhossza, hanem fotonjaik energiája is eltérő**. A sugárzás egy fotonjának energiája a hullámhosszal fordítottan arányos**:

Tehát minél nagyobb a kibocsátott sugárzás hullámhossza (azaz minél közelebb van az érzékelt szín a vöröshöz), annál kisebb fotonjainak energiája. Ez azt is jelenti, hogy minél közelebb van a vöröshöz egy elem lángfestése, annál kisebb energia szükséges elektronjainak gerjesztődéséhez.

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy húzd át a hibás szövegrészt!**

|  |  |
| --- | --- |
| **Az elem neve** | **A lángfestés színe** |
| cézium | kék |
| kálium | fakóibolya |
| stroncium | kárminpiros |
| bárium | fakózöld |

A céziumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

**2. Kísérlet:** Döntsétek el, hogy a rézatom vagy a kalciumatom elektronjai gerjeszthetők-e a nátriumatom elektronjainál nagyobb energiával! A tálcán található két másik porlasztófejes flakon. Ezekben réz(II)-szulfát, illetve kalcium-klorid alkoholos oldata található. Végezzétek el a lángfestés-vizsgálatot ezekkel az oldatokkal is!

**Tapasztalat:**

|  |  |
| --- | --- |
| **A só neve** | **A lángfestés színe** |
| réz(II)-szulfát |  |
| kalcium-klorid |  |

A rézatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett rézatom által

kibocsátott színű fény hullámhossza , mint a nátriumatom

alapállapotba való visszatérése során kibocsátott színű fény hullámhossza.

A kalciumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett kalciumatom

által kibocsátott színű fény hullámhossza , mint a

nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott színű fény hullámhossza.

A feladatlap megoldása során a **természettudományos vizsgálatok elveit és gyakorlatát** alkalmaztuk:

* Amikor ismeretlen anyagok kémiai összetételét próbáljuk meg azonosítani, **kvalitatív** (azaz **minőségi**) **analízis**t végzünk. Ennek fontos módszerei a „**próbák**”, pl. a lángfestés vizsgálata, az ún. lángfestési próba, amelyet a nátrium ismert színű lángfestése kapcsán megtanultunk elvégezni.
* Ezután foghattunk hozzá a feladatlap **problémafölvető kérdés**ének megválaszolásához: Hogyan tudunk következtetni a gerjesztési energia nagyságára lángfestések színének összehasonlításából?
* Ehhez először a mások korábbi munkái alapján született **szakirodalom**ból[[3]](#footnote-3) megismerhettük a következőket:
  + **összefüggések**et a lángfestés színe és a gerjesztési energia között (a gerjesztési és a kisugárzott energia nagysága azonos és adott érték, így a kisugárzott fény hullámhossza jellemző az atomra, a kisugárzott fény hullámhossza fordítottan arányos egy fotonjának energiájával);
  + konkrét **adatok**at (a hullámhossztartományokhoz tartozó színérzetek);
  + **korábbi kísérleti eredmény**eket (néhány atom lángfestése).
* Ezután elvégeztük a **kísérlet**et (a lángfestési próbát a két másik vegyülettel).
* A kapott kísérleti eredményeket **értékel**tük (összevetettük a szakirodalomban találtakkal);
* **Logikus következtetés**sel meg tudtuk válaszolni a rézre és kalciumra vonatkozó problémafelvető kérdést.

**Mire jó még a tűzijáték** (3. típus: kísérlettervező változat)

Ha a gáztűzhelyen a forró leves kifut a fazékból, sárgára festi a kék gázlángot. Ugyanilyen sárga színnel világítanak az utcai nátrium-gőz lámpák. Mindkét esetben a nátrium jellegzetes sárga lángfestését látjuk. A tűzijáték mesés színkavalkádját is a **különböző atomok különféle színű lángfestése** okozza. Mivel **egy adott elem atomjai mindig ugyanolyan színűre festik a lángot**, ez alapján az elem jelenléte kimutatható. Így a lángfestés a **kémiai elemzés (analitika)** egyik legrégebbi módszere. A lángfestés jelenségén alapuló műszeres módszerek pedig ma is fontos szerepet játszanak a keverékek összetevőinek **minőségi és mennyiségi meghatározás**ában.

A lángfestés magyarázatához tudnunk kell, hogy az atomok **legstabilisabb** energiájú állapotát **alapállapot**nak nevezzük. Ekkor elektronjaik a lehető legkisebb energiájú atompályákon helyezkednek el. Energiabefektetés hatására az elektronok magasabb energiájú pályára lépnek. Ekkor az atom úgynevezett **gerjesztett állapot**ba kerül, ami nem stabilis. Így az atom hamarosan újra alapállapotba jut, és eközben a **felvett energiát kisugároz**za.

Az alapállapot és a gerjesztett állapot közötti **gerjesztési energia** (mely a gerjesztett állapot megszűnése során kisugárzott energiával megegyező nagyságú) egy **adott elem** esetében állandó. Ezért a gerjesztés megszűnésekor **kisugárzott elektromágneses hullámok fotonjai** is **mindig ugyanolyan energiájúak**. Ha ezen fotonok energiája a **látható fény tartományába** esik, akkor az **atomra jellemző színű lángfestést** látunk.

1. **Kísérlet:** A tálcán az egyik porlasztófejjel ellátott flakonban nátrium-klorid alkoholos oldata van. Gyújtsátok meg a borszeszégőt, spricceljétek az oldatot a lángba és figyeljétek meg a változást!

**Tapasztalat:**

A láng színe a nátrium-klorid-oldat beleporlasztása során színű lett.

**Magyarázat:** Hevítés hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai

atompályára kerültek, majd a

állapot megszűnése során az atom a felvett energiát

formájában kisugározta, miközben visszakerült .

A látható fény a **380-760 nanométer** (jele nm, a méter egymilliárdod része) hullámhossztartományba eső elektromágneses sugárzás, az egyes **színérzetek**et ezen belül más-más hullámhosszú (a hullámhossz jele λ – lambda) fény kelti[[4]](#footnote-4):

|  |  |
| --- | --- |
| **A lángfestés színe** | **Hullámhossz, *λ* (nm)** |
| ibolya | 380 – 420 |
| kék | 420 – 490 |
| zöld | 490 – 575 |
| sárga | 575 – 585 |
| narancs | 585 – 650 |
| vörös | 650 – 750 |

A különböző elektromágneses sugárzásoknak nemcsak a hullámhossza, hanem fotonjaik energiája is eltérő**. A sugárzás egy fotonjának energiája a hullámhosszal fordítottan arányos**:

Tehát minél nagyobb a kibocsátott sugárzás hullámhossza (azaz minél közelebb van az érzékelt szín a vöröshöz), annál kisebb fotonjainak energiája. Ez azt is jelenti, hogy minél közelebb van a vöröshöz egy elem lángfestése, annál kisebb energia szükséges elektronjainak gerjesztődéséhez.

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy húzd át a hibás szövegrészt!**

|  |  |
| --- | --- |
| **Az elem neve** | **A lángfestés színe** |
| cézium | kék |
| kálium | fakóibolya |
| kalcium | téglavörös |
| réz | zöld |

A céziumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/kalcium/réz**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/téglavörös/zöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/kalcium/réz**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/téglavörös/zöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

2. **Kísérlet:** A tálcán két ismeretlen vegyület alkoholos oldata található porlasztófejekkel ellátott flakonokban. **Tervezzetek kísérletet** a következő **problémafölvető kérdések** megválaszolására:

a) Milyen fémek vegyületei az ismeretlenek?

b) A nátriuménál kisebb vagy nagyobb energiával gerjeszthetők az ismeretlen fémek elektronjai?

A válaszok keresésekor használjátok a **természettudományos vizsgálatok elméletét és gyakorlatát**:

* Gondoljatok arra, hogy a minőségi elemzés fontos módszerei a „**próbák**”. A nátriumatom ismert színű lángfestése kapcsán megtanultátok elvégezni a lángfestési próbát.
* A feladatlapon szerepelnek a mások munkája során született **szakirodalom**ból[[5]](#footnote-5) a következők:
  + **korábbi kísérleti eredmény**ek (néhány atom lángfestése);
  + konkrét **adatok** (a hullámhossztartományokhoz tartozó színérzetek);
  + **összefüggések** a lángfestés színe és a gerjesztési energia között.
* Ezek ismeretében megtervezhetitek és elvégezhetitek a **kísérletek**et.
* A kísérletek eredményeit **értékel**ni kell (össze kell vetni a szakirodalomból szerzett ismeretekkel).
* Utána **logikus következtetéssel** meg lehet adni a problémafölvető kérdésekre a helyes választ.

**A kísérlet terve:**

**Tapasztalat:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Az ismeretlen száma** | **A lángfestés színe** |
| 1. |  |
| 2. |  |

**Válaszok:**

Az 1. számú ismeretlen ……………………… tartalmaz, mert………………………………………………………………………….

A 2. számú ismeretlen……………………… tartalmaz, mert………………………………………………………………………….

A két fém közül a elektronjai kisebb energiával gerjeszthetők a

nátriumatom elektronjainál, mert

A két fém közül a elektronjai nagyobb energiával gerjeszthetők a

nátriumatom elektronjainál, mert

**Mire jó még a tűzijáték?** (tanári változat)

Ha a gáztűzhelyen a forró leves kifut a fazékból, sárgára festi a kék gázlángot. Ugyanilyen sárga színnel világítanak az utcai nátriumgőz lámpák. Mindkét esetben a nátrium jellegzetes sárga lángfestését látjuk. A tűzijáték mesés színkavalkádját is a **különböző atomok különféle színű lángfestése** okozza. Mivel **egy elem atomjai mindig ugyanolyan színűre festik a lángot**, ez alapján az elem jelenléte kimutatható. Így a lángfestés a **kémiai elemzés (analitika)** egyik legrégebbi módszere. A lángfestés jelenségén alapuló műszeres módszerek pedig ma is fontos szerepet játszanak a keverékek összetevőinek **minőségi és mennyiségi meghatározás**ában.

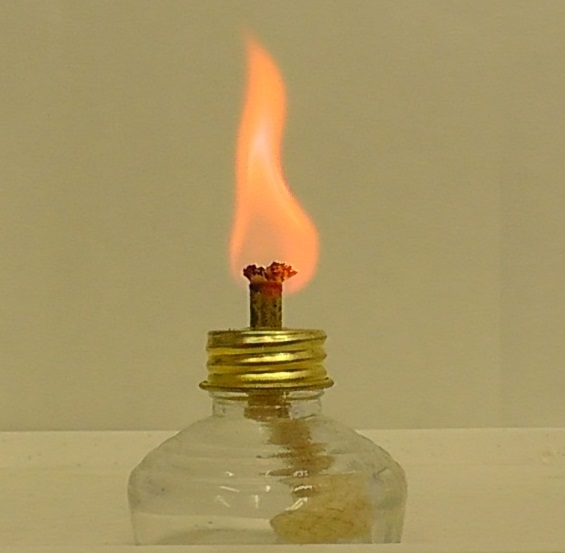
A lángfestés magyarázatához tudnunk kell, hogy az atomok **legstabilisabb** energiájú állapotát **alapállapot**nak nevezzük. Ekkor elektronjaik a lehető legkisebb energiájú atompályákon helyezkednek el. Energiabefektetés hatására az elektronok magasabb energiájú pályára lépnek. Ekkor az atom úgynevezett **gerjesztett állapot**ba kerül, ami nem stabilis. Így az atom hamarosan újra alapállapotba jut, és eközben a **felvett energiát kisugároz**za.

Az alapállapot és a gerjesztett állapot közötti **gerjesztési energia** egy **adott elem** esetében állandó. Ezért a gerjesztés megszűnésekor **kisugárzott elektromágneses hullámok fotonjai** is **mindig ugyanolyan energiájúak**. Ha ezen fotonok energiája a **látható fény tartományába** esik, akkor az **atomra jellemző színű lángfestést** látunk.

1. **Kísérlet**: A tálcán az egyik porlasztófejjel ellátott flakonban nátrium-klorid alkoholos oldata van. Gyújtsátok meg a borszeszégőt, spricceljétek az oldatot a lángba és figyeljétek meg a változást!

**Tapasztalat:**

A láng színe a nátrium-klorid-oldat beleporlasztása során **sárga** színű lett.



**Magyarázat:** Hevítés hatására a sóban található fémion atomizálódott, elektronjai **nagyobb energiájú** atompályára kerültek, majd a **gerjesztett** állapot megszűnése során az atom a felvett energiát **látható fény/sárga fény** formájában kisugározta, miközben visszakerült **alapállapotba**.

A látható fény a **380-760 nanométer** (jele nm, a méter egymilliárdod része) hullámhossztartományba eső elektromágneses sugárzás, az egyes **színérzetek**et ezen belül más-más hullámhosszú (a hullámhossz jele *λ* – lambda) fény kelti[[6]](#footnote-6):

|  |  |
| --- | --- |
| **A lángfestés színe** | **Hullámhossz, *λ* (nm)** |
| ibolya | 380 – 420 |
| kék | 420 – 490 |
| zöld | 490 – 575 |
| sárga | 575 – 585 |
| narancs | 585 – 650 |
| vörös | 650 – 750 |

A különböző elektromágneses sugárzásoknak nemcsak a hullámhossza, hanem az energiája is eltérő**. A sugárzás egy fotonjának energiája a hullámhosszal fordítottan arányos**:

Tehát minél nagyobb a kibocsátott sugárzás hullámhossza (azaz minél közelebb van az érzékelt szín a vöröshöz), annál kisebb az energiája. Ez azt is jelenti, hogy minél közelebb van a vöröshöz egy elem lángfestése, annál kisebb energia szükséges elektronjainak gerjesztődéséhez.

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következőtáblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy húzd át a hibás szövegrészt!**

|  |  |
| --- | --- |
| **Az elem neve** | **A lángfestés színe** |
| cézium | kék |
| kálium | fakóibolya |
| stroncium | kárminpiros |
| bárium | fakózöld |

A céziumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/stroncium/bárium**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/kárminpiros/fakózöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

2. **Kísérlet:** Döntsétek el, hogy a rézatom vagy a kalciumatom elektronjai gerjeszthetők-e a nátriumatom elektronjainál nagyobb energiával! A tálcán található két másik porlasztófejes flakon. Ezekben réz(II)-szulfát, illetve kalcium-klorid alkoholos oldata található. Végezzétek el a lángfestés-vizsgálatot ezekkel az oldatokkal is!

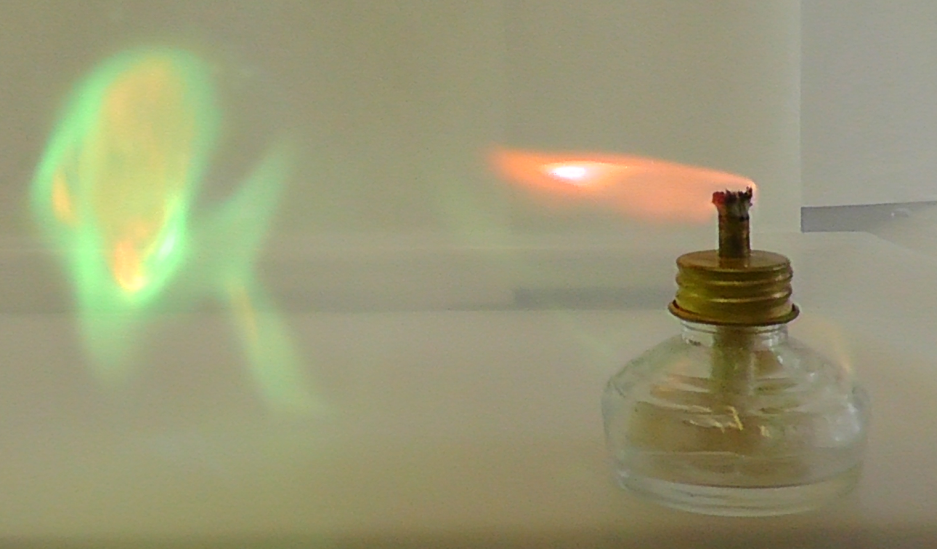
**Tapasztalat:**

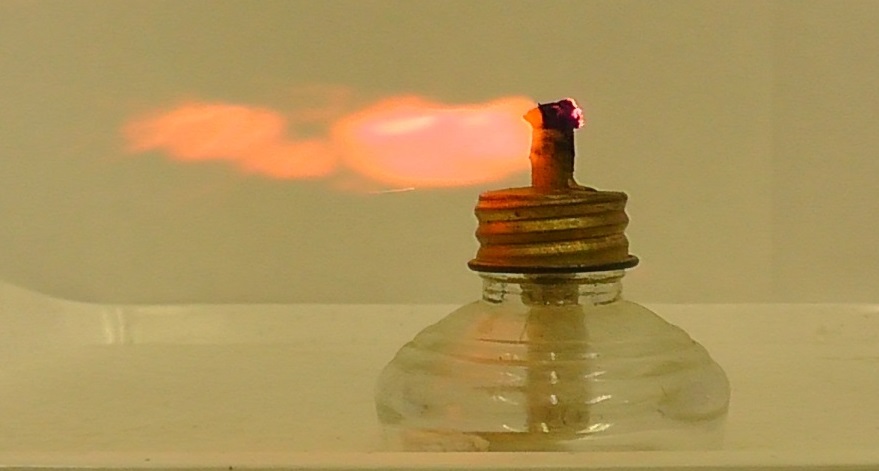
|  |  |
| --- | --- |
| **A só neve** | **A lángfestés színe** |
| réz(II)-szulfát | **zöld** |
| kalcium-klorid | **téglavörös** |

A rézatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett rézatom által kibocsátott **zöld** színű fény hullámhossza **kisebb**, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott **sárga** színű fény hullámhossza.

A kalciumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a nátriumatom, mert a gerjesztett kalciumatom által kibocsátott **téglavörös** színű fény hullámhossza **nagyobb**, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott **sárga** színű fény hullámhossza.

*Megjegyzés: A mindhárom só esetében előkészített, csoportonként körülbelül 5 cm3 oldat akár 10-15 pumpálásra is elegendő lehet. Így minden csoport többször is megvizsgálhatja a színek közötti különbségeket. A kísérlet tapasztalatait a következő fényképek mutatják:*





[Csak a 2. típusú csoportoknak!]

A feladatlap megoldása során a **természettudományos vizsgálatok elveit és gyakorlatát** alkalmaztuk:

* Amikor ismeretlen anyagok kémiai összetételét próbáljuk meg azonosítani, **kvalitatív** (azaz **minőségi**) **analízis**t végzünk. Ennek fontos módszerei a „**próbák**”, pl. a lángfestés vizsgálata, az ún. lángfestési próba, melyet a nátrium ismert színű lángfestése kapcsán megtanultunk elvégezni.
* Ezután foghattunk hozzá a feladatlap **problémafölvető kérdés**ének megválaszolásához: Hogyan tudunk következtetni a gerjesztési energia nagyságára a lángfestések színének összehasonlításából?
* Ehhez először a mások korábbi munkái alapján született **szakirodalom**ból[[7]](#footnote-7) megismerhettük a következőket:
  + **összefüggések**et a lángfestés színe és a gerjesztési energia között (a gerjesztési és a kisugárzott energia nagysága azonos és adott érték, így a kisugárzott fény hullámhossza jellemző az atomra, a kisugárzott fény hullámhossza fordítottan arányos egy fotonjának energiájával);
  + konkrét **adatok**at (a hullámhossz-tartományokhoz tartozó színérzetek);
  + **korábbi kísérleti eredmény**eket (néhány atom lángfestése).
* Ezután elvégeztük a **kísérlet**et (a lángfestési próbát a két másik vegyülettel).
* A kapott kísérleti eredményeket **értékel**tük (összevetettük a szakirodalomban találtakkal).
* **Logikus következtetés**sel meg tudtuk válaszolni a rézre és kalciumra vonatkozó problémafelvető kérdést.

[A 2. oldal, csak a 3. típusú csoportoknak!]

Lássunk erre néhány példát! **Nézd meg a következő táblázatot! Olvasd el a szöveget és húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy húzd át a hibás szövegrészt!**

|  |  |
| --- | --- |
| **Az elem neve** | **A lángfestés színe** |
| cézium | kék |
| kálium | fakóibolya |
| kalcium | téglavörös |
| réz | zöld |

A céziumatom **kisebb/nagyobb** energiával gerjeszthető, mint a káliumatom, mert a céziumatom gerjesztődése során kibocsátott kék fény hullámhossza **kisebb/nagyobb**, mint a káliumatom gerjesztettségének megszűnése során kibocsátott fakóibolya fény hullámhossza.

A felsorolt atomok közül legkisebb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/kalcium/réz**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/téglavörös/zöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

A felsorolt atomok közül legnagyobb energiával gerjeszthető a **cézium/kálium/kalcium/réz**. Ezt onnan becsülhetjük meg, hogy ennek a **kék/fakóibolya/téglavörös/zöld** színű lángfestése a **legkisebb/legnagyobb** hullámhosszú elektromágneses sugárzás.

2. **Kísérlet:** A tálcán két ismeretlen vegyület alkoholos oldata található porlasztófejekkel ellátott flakonokban. **Tervezzetek kísérletet** a következő **problémafölvető kérdések** megválaszolására:

a) Milyen fémek vegyületei az ismeretlenek?

b) A nátriuménál kisebb vagy nagyobb energiával gerjeszthetők az ismeretlen fémek elektronjai?

A válaszok keresésekor használjátok a **természettudományos vizsgálatok elméletét és gyakorlatát**:

* Gondoljatok arra, hogy a minőségi elemzés fontos módszerei a „**próbák**”. A nátriumatom ismert színű lángfestése kapcsán megtanultátok elvégezni a lángfestési próbát.
* A feladatlapon szerepelnek a mások munkája során született **szakirodalom**ból[[8]](#footnote-8) a következők:
  + **korábbi kísérleti eredmény**ek (néhány atom lángfestése);
  + konkrét **adatok** (a hullámhossztartományokhoz tartozó színérzetek);
  + **összefüggések** a lángfestés színe és a gerjesztési energia között.
* Ezek ismeretében megtervezhetitek és elvégezhetitek a **kísérletek**et.
* A kísérletek eredményeit **értékel**ni kell (össze kell vetni a szakirodalomból szerzett ismeretekkel).
* Utána **logikus következtetéssel** meg lehet adni a problémafölvető kérdésekre a helyes választ.

**A kísérlet terve: A tálcán található két ismeretlen oldattal is elvégezzük a lángfestés-vizsgálatot.**

**Tapasztalat:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Az ismeretlen száma** | **A lángfestés színe** |
| 1. | **zöld** |
| 2. | **téglavörös** |

**Válaszok:**

Az 1. számú ismeretlen **rezet** tartalmaz, mert **lángfestése zöld színű.**

A 2. számú ismeretlen **kalcium**ot tartalmaz, mert **lángfestése téglavörös színű.**

A két fém közül a **kalcium** elektronjai kisebb energiával gerjeszthetők a nátriumatom elektronjainál, mert **a gerjesztett kalciumatom által kibocsátott téglavörös színű fény hullámhossza nagyobb, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott sárga színű fény hullámhossza.**

A két fém közül a **réz** elektronjai nagyobb energiával gerjeszthetők a nátriumatom elektronjainál, mert **a gerjesztett rézatom által kibocsátott zöld színű fény hullámhossza kisebb, mint a nátriumatom alapállapotba való visszatérése során kibocsátott sárga színű fény hullámhossza.**

1. <https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A9ny> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.) [↑](#footnote-ref-1)
2. <https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A9ny> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.) [↑](#footnote-ref-2)
3. Lásd például: <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/kemia/szervetlen-kemia/a-kalcium-es-a-magnezium/langfestes> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.) [↑](#footnote-ref-3)
4. <https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A9ny> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.) [↑](#footnote-ref-4)
5. Lásd például: <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/kemia/szervetlen-kemia/a-kalcium-es-a-magnezium/langfestes> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.) [↑](#footnote-ref-5)
6. <https://hu.wikipedia.org/wiki/F%C3%A9ny> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.) [↑](#footnote-ref-6)
7. Lásd például: <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/kemia/szervetlen-kemia/a-kalcium-es-a-magnezium/langfestes> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.) [↑](#footnote-ref-7)
8. Lásd például: <http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/kemia/szervetlen-kemia/a-kalcium-es-a-magnezium/langfestes> (utolsó látogatás: 2018. 09. 01.) [↑](#footnote-ref-8)