

Metodický materiál pre učiteľa

Téma: Dôkaz alkalických solí kovov a kovov alkalických zemín plameňovými skúškami

Ročník: 2. ročník SŠ

Časová dotácia: 270 minút (6 vyučovacích hodín)

Projekt: INTERREG – Digitálna banka CZ-SK pokusov

Ciele hodiny

Vedieť: vysvetliť princíp plameňovej skúšky, opísať excitáciu a deexcitáciu elektrónov, pomenovať charakteristické farby plameňa jednotlivých kationtov.

Rozumieť: energetickým prechodom elektrónov v atóme, rozdielnosti emisných spektier a dôvodu, prečo má každý prvok vlastnú farbu plameňa.

Aplikovať: samostatne vykonať plameňovú skúšku, bezpečne manipulovať s horákom, pozorovať farby plameňa, identifikovať neznámu vzorku na základe farby.

Pomôcky

interaktívna prezentácia (PPTX)

pracovný list pre žiakov

Bunsenov horák / plynový horák

platinový drôtik

roztoky alebo tuhé soli kationtov: Na^+ , K^+ , Li^+ , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}

kobaltové sklíčko (na pozorovanie K^+)

kadička s HCl na čistenie drôtika

stojan, zapaľovač, papierové utierky

ochranné rukavice, okuliare, plášť

Priebeh hodiny

Úvod

Motivácia / problémová otázka: „Prečo má každý ohňostroj inú farbu a z čoho tie farby vlastne vznikajú?“

Diskusia so žiakmi:

Čo sa deje s látkou pri zahrievaní?

Môže mať každý prvok rovnakú farbu plameňa?

Z čoho vzniká svetlo, ktoré vidíme pri horení?

Ako sa dá pomocou svetla zistiť, aký prvok obsahuje vzorka?

Prechod na tému:

Žiaci zistia, že pri zahrievaní sa elektróny v atóme excitujú a pri návrate do základného stavu vyžarujú fotóny určitej energie → farba plameňa je pre každý prvok charakteristická.

Výklad

Pri zahriatí sa elektróny kovových kationtov presúvajú na vyššiu energetickú hladinu. Pri návrate späť uvoľňujú svetlo určitej vlnovej dĺžky. Pre každý prvok je energia prechodu elektrónov iná → preto majú prvky špecifické farby plameňov.

Typické farby plameňov (učiteľ ukáže alebo slovne popíše):

Na^+ → žltó-oranžový plameň (veľmi intenzívny, prekrýva ostatné)

K^+ → fialový plameň (viditeľný výraznejšie cez kobaltové sklíčko)

Li^+ → karmínovo-červený plameň

Ca^{2+} → tehlovo-červený plameň

Sr^{2+} → jasne karmínový plameň

Ba^{2+} → zelený plameň

Vysvetliť princíp čistenia drôtika:

Drôtik je potrebné ponoriť do HCl a vyžíhať do bezfarebnosti, aby nedochádzalo ku kontaminácii vzoriek.

Aktivita 1

Diskusia a teoretická príprava: Žiaci v skupinách:

- priradujú farby plameňov k jednotlivým kationtom,
- učiteľ overuje ich predstavy a vysvetlí rozdiel medzi farbou iónu a farbou zlúčeniny,
- učiteľ zdôrazní význam kobaltového sklíčka pri pozorovaní K^+ a dominanciu farby Na^+ ,
- využitie vizuálnych pomôcok (schéma excitácie elektrónov, energetické hladiny, farby plameňov).

Aktivita 2

Experimentálne pozorovať charakteristické farby plameňa rôznych kationtov a určiť neznámu vzorku pomocou pracovného postupu (Príloha č.1)

Aktivita 3

Žiaci samostatne riešia pracovný list: teoretické otázky (excitácia elektrónov, princíp plameňovej skúšky), testové otázky s výberom odpovede, spájanie pojmov (kationt – farba plameňa), krátky opis pozorovania, zhrnutie výsledkov určenia neznámej vzorky (Príloha č.2)

Úloha učiteľa:

kontrolovať správnosť úvah, pomáhať pri formulovaní záverov a prepájať experiment s teoretickými poznatkami.

Záver

Plameňová skúška je rýchla kvalitatívna analytická metóda.

Farba plameňa vzniká emisným spektrom prvku – excitáciou elektrónov.

Každý prvok má vlastnú charakteristickú farbu plameňa.

Sodík prekrýva mnohé farby – preto je potrebné čisté pracovisko a dobrá metodika.

Bárium, lítium, draslík a strôncium sú najtypickejšie prvky s výraznými farbami.

Metodické poznámky

Žiaci môžu pracovať v dvojiciach.

Učiteľ zabezpečí dobré vetranie a jasné bezpečnostné inštrukcie.

Odporúča sa vopred pripraviť malé množstvá solí vo vzorkovníčkách.

Pri pozorovaní K^+ použiť kobaltové sklíčko kvôli žltej sodíkovej emisii, ktorá býva v laboratóriu takmer vždy prítomná.

Po pokuse viesť reflexiu – ako by sa dala analýza zlepšiť a kde sa plameňové skúšky využívajú v praxi (pyrotechnika, analytická chémia, geológia).

Učiteľ môže rozšíriť úlohu o porovnanie s emisnými spektrami (ak má k dispozícii spektroskop).

Diskusné otázky:

Prečo musíme drôtik dôkladne čistiť?

Prečo draslík pozorujeme cez kobaltové sklíčko?

Ako by vyzerala analýza, ak by vzorka obsahovala zmes dvoch iónov?

Ako by bolo možné plameňové skúšky rozšíriť (napr. spektroskopické pozorovanie)?

Prílohy

Príloha č.1: Pracovný postup

Príloha č.2: Pracovný list pre žiaka

Príloha č.3: Pracovný list – verzia pre učiteľa

Príloha č.1: Pracovný postup

Pracovný postup

Téma: Dôkaz alkalických solí kovov a kovov alkalických zemín plameňovými skúškami

Teoretický úvod

Alkalické kovy a kovy alkalických zemín patria medzi **prvky I. a II. skupiny periodickej sústavy**. Sú charakteristické svojou **vysokou reaktivitou**, mäkkosťou (pri alkalických kovoch) a **schopnosťou vytvárať typické farebné prejavy v plameni**.

Alkalické kovy (1. skupina – Li, Na, K, Rb, Cs):

- majú v atóme jeden valenčný elektrón, ktorý sa ľahko odovzdáva, preto sú **veľmi reaktívne**;
- tvoria **jednomocné katióny (M^+)**, ktoré v zlúčeninách (napr. chloridoch, dusičnanoch) sú **ľahko prchavé**;
- ich zlúčeniny sú zvyčajne **bezfarebné, vo vode dobre rozpustné a neposkytujú farebné zrazeniny** – preto ich nemožno dokázať bežnými zrážacími reakciami;
- pri zahrievaní v plameni sa ióny menia na atómy, ktoré sa **excituje** (získajú energiu) a pri návrate do základného stavu **vyžarujú svetlo s charakteristickou farbou**.

Kovy alkalických zemín (2. skupina – Be, Mg, Ca, Sr, Ba):

- majú dva valenčné elektróny, ktoré ľahko odovzdávajú, čím tvoria **dvojmocné katióny (M^{2+})**;
- sú menej reaktívne než alkalické kovy, ale stále veľmi aktívne;
- ich soli, najmä **chloridy a dusičnany**, sú takisto **prchavé** a v plameni poskytujú charakteristické sfarbenie;
- tieto kovy sa preto dokazujú **rovnakou metódou – plameňovou skúškou**.

Prečo sa tieto prvky dokazujú plameňovou skúškou:

- väčšina ich solí **netvorí zrazeniny** ani výrazné farebné reakcie v roztoku, preto ich nemožno identifikovať bežnými chemickými dôkazmi;
- ich **atómová štruktúra** je taká, že energetické rozdiely medzi hladinami elektrónov zodpovedajú **vlnovým dĺžkam vo viditeľnej oblasti spektra** – preto sa tieto prechody prejavujú **farebným svetlom**;
- metóda je **rýchla, jednoduchá a orientačná**, používa sa pri kvalitatívnej analýze kovových katiónov;
- sfarbenie plameňa je **jedinečné pre každý prvok**, a teda slúži ako jeho „optický podpis“.

Charakteristické farby plameňa:

Katión	Farba plameňa
Li^+	karmínovočervená
Na^+	žltlooranžová
K^+	svetlofialová
Ca^{2+}	tehlovočervená
Sr^{2+}	karmínovočervená
Ba^{2+}	zelená

 Princíp

Plameňová skúška je **kvalitatívna analytická metóda**, ktorá využíva **sfarbenie plameňa po zavedení vzorky kovu alebo jeho soli** do nesvietivej časti plameňa kahana.

Pri zahrievaní sa elektróny v atómoch kovov presunú na vyššiu energetickú hladinu (excitácia). Po návrate do pôvodného stavu vyžarujú energiu vo forme **svetla určitej vlnovej dĺžky**, ktoré zodpovedá pozorovanej farbe plameňa.

Pretože každý prvok má **vlastné energetické hladiny**, vznikajú **typické spektrálne čiary**, ktoré sú pre daný kov charakteristické.

Niektoré farby sa môžu prekrývať (napr. silný žltý sodíkový plameň), preto sa na ich rozlíšenie používa **kobaltové sklo**, ktoré žlté svetlo filtruje a umožňuje vidieť napr. fialový plameň draslíka.

 Cieľ

Dokázať prítomnosť katiónov alkalických kovov a kovov alkalických zemín pomocou plameňovej skúšky. Porovnať sfarbenie plameňa známych katiónov a určiť kov v neznámej vzorke.

 Pomôcky

platinový drôtik alebo sklenená tyčinka
plynový kahan
kadičky, hodinové sklíčko
vata
pipeta

 Chemikálie

koncentrovaná HCl (36 %),

Slovensko – Česko

etanol

látky obsahujúce katióny: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Li^+

neznáma vzorka

⚠ Bezpečnostné pokyny

Používajte **ochranný plášť, rukavice a okuliare**.

HCl (36 %) je **silne žieravá** – chráňte pokožku a oči.

Etanol je **horľavina** – držte ho mimo otvoreného plameňa.

Po skončení práce si **umyte ruky a upracte pracovisko**.

Postup

Postup č. 1 – Plameňová skúška pomocou platínového drôtika

1. Drôtik ponorte do koncentrovanej HCl, vyžihajte ho v nesvietivej časti plameňa, kým plameň nezostane bezfarebný. Zopakujte trikrát.
2. Očistený drôtik namočte postupne do látok obsahujúcich katióny Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Li^+ a pozorujte farbu plameňa.
3. Pozorované farby zapíšte do tabuľky.
4. Po opätovnom očistení drôtika skúšku zopakujte s **neznámou vzorkou** a porovnajte farbu plameňa so známymi katiónmi.

Postup č. 2 – Plameňová skúška pomocou vatovej guličky

1. Na hodinové sklíčko položte vatovú guličku a nakvapkajte niekoľko kvapiek etanolu.
2. Pokvapkajte látkou obsahujúcou zvolený katión (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Li^+).
3. Zapáľte a pozorujte farbu plameňa.
4. Výsledky zapíšte do tabuľky a porovnajte s postupom č. 1.

Pozorovanie

Tab. 1 – Farby plameňa jednotlivých katiónov

Katión	Sfarbenie plameňa – drôtik	Sfarbenie plameňa – vata	Poznámka
Na^+			
K^+			
Ca^{2+}			
Sr^{2+}			
Ba^{2+}			
Li^+			

 Úloha – Určenie neznámej vzorky

1. Pomocou postupu č. 1 (drôtik) vykonajte plameňovú skúšku so vzorkou neznámej soli.
2. Zaznamenajte pozorovanú farbu plameňa a porovnajte ju s farbami známych kationtov.
3. Rovnakú skúšku vykonajte aj postupom č. 2 (vatová guľička) a overte výsledok.
4. Na základe porovnania farieb určte, ktorý kationt sa nachádza v neznámej vzorke.
5. Zapište záver do tabuľky a zdôvodnite svoje určenie.

Tab. 2 – Neznáma vzorka

Opis vzorky	Sfarbenie plameňa – drôtik	Sfarbenie plameňa – vata	Určenie kationtu

 Záver

Na základe pozorovania farby plameňa určte, ktorý kationt bol prítomný v neznámej vzorke. Porovnajte farby s výsledkami pre známe prvky.

Plameňová skúška je **jednoduchá a rýchla kvalitatívna metóda**, používaná pri chemickej analýze na rozpoznanie kovových kationtov, ktoré netvoria zrazeniny.

Príloha č.2: Pracovný list pre žiaka

Pracovný list pre žiaka

Téma: Dôkaz alkalických solí kovov a kovov alkalických zemín plameňovými skúškami

Meno: _____

Dátum: _____

**Teoretické otázky**

Čo je plameňová skúška a na akom princípe funguje?

.....

.....

Prečo alkalické kovy a kovy alkalických zemín poskytujú charakteristické sfarbenie plameňa?

.....

.....

Čo sa deje s elektrónmi atómov pri zahriatí vo vysokoteplotnom plameni?

.....

.....

Ako nám plameňová skúška pomáha identifikovať neznámy kation?

.....

.....

**Testové otázky – vyber správnu odpoveď (A, B alebo C)**

Akú farbu plameňa poskytuje sodík (Na^+)?

A) karmínovú B) žltó-oranžovú C) modrú

Ktorý ión farbí plameň na karmínovo-červenú?

A) K^+ B) Ca^{2+} C) Li^+

Ktorý ión poskytuje fialové (purpurové) sfarbenie plameňa?

A) K^+ B) Sr^{2+} C) Ba^{2+}

Bárium (Ba^{2+}) farbí plameň na:

A) zeleno B) žltó C) modro

Slovensko – Česko

Plameňová skúška je založená na:

- A) prenose elektrónov medzi atómami
- B) excitácii elektrónov teplom a následnej emisii svetla
- C) reakcii iónov s kyslíkom

 Spájanie pojmov – priradiť správne dvojice**Pojem | Význam**

- | | |
|---------------------|--------------------------------|
| 1. Na^+ | a) zelené sfarbenie plameňa |
| 2. K^+ | b) karmínovo-červené sfarbenie |
| 3. Ba^{2+} | c) žltó-oranžové sfarbenie |
| 4. Li^+ | d) fialové sfarbenie |

 Význam a využitie poznatkov

a) Kde sa v praxi využíva plameňová skúška?

.....

.....

b) Prečo sú plameňové skúšky vhodné na predbežnú identifikáciu prvkov?

.....

.....

c) Prečo niektoré prvky neposkytujú viditeľnú farbu plameňa?

.....

.....

 Praktická časť – pozorovanie

Počas laboratórneho cvičenia si pozoroval(a) sfarbenie plameňa pre rôzne katióny.

Odpovedz na otázky:

Aké farby plameňa si pozoroval(a) pri jednotlivých známych katiónoch?

.....

.....

Ktoré činidlo (zdroj katiónu) si použil(a)?

.....

Ako si čistil(a) drôtik pred jednotlivými skúškami a prečo je to dôležité?

.....
.....

Ktorá farba bola najintenzívnejšia? Prečo?

.....
.....

Ako si určil(a), ktorý neznámy katión bol prítomný vo vzorke?

.....
.....



Záver

Na základe svojich pozorovaní vysvetli, prečo je plameňová skúška vhodná metóda na identifikáciu katiónov alkalických kovov a kovov alkalických zemín.

.....
.....



Niečo na pobavenie

A) Mini kvíz – rýchlovka

Ktorý prvok farbí plameň na zeleno?

A) Ba B) Na C) Li

Ktorý plameň je typický pre draslík?

A) fialový B) žltý C) modrý

B) Humor 🤓



„Prečo majú chemici radi ohňostroje?“

→ Lebo v nich vidia **dokonalé plameňové skúšky!**

Príloha č.3: Pracovný list pre učiteľa

Pracovný list – verzia pre učiteľa

Téma: Dôkaz alkalických solí kovov a kovov alkalických zemín plameňovými skúškami

 1. Teoretické otázky – vzorové odpovede**Čo je plameňová skúška a na akom princípe funguje?**

Plameňová skúška je rýchla kvalitatívna metóda na identifikáciu kovových kationov podľa charakteristického sfarbenia plameňa. Pri zahriatí sa elektróny atómov excitujú do vyššej energetickej hladiny a pri návrate späť vyžiaria svetlo typickej farby.

Prečo alkalické kovy a kovy alkalických zemín poskytujú charakteristické sfarbenie plameňa?

Pretože ich elektróny sa ľahko excitujú teplom a návrat z excitovaného stavu má výraznú emisnú čiaru vo viditeľnom spektre → výrazná farba plameňa.

Čo sa deje s elektrónmi atómov pri zahriatí vo vysokoteplotnom plameni?

Elektróny sa excitujú na vyššie energeticke hladiny. Následne sa vracajú do základného stavu a emitujú fotóny – svetlo konkrétnej vlnovej dĺžky.

Ako nám plameňová skúška pomáha identifikovať neznámy kation?

Každý prvok má typické emisné spektrum → typickú farbu plameňa. Porovnaním farby plameňa neznámej vzorky s farbami známych kationov identifikujeme prítomný ión.

 2. Testové otázky – správne odpovede

1. B – žltá-oranžová (Na^+)
2. C – Li^+ (karmínovo-červená)
3. A – K^+ (fialová)
4. A – zelená (Ba^{2+})
5. B – excitácia elektrónov a emisia svetla

 3. Spájanie pojmov – riešenie

- 1 – c ($\text{Na}^+ \rightarrow$ žltá-oranžová)
- 2 – d ($\text{K}^+ \rightarrow$ fialová)
- 3 – a ($\text{Ba}^{2+} \rightarrow$ zelená)
- 4 – b ($\text{Li}^+ \rightarrow$ karmínovo-červená)

4. Význam a využitie metódy – vzorové odpovede**a) Kde sa v praxi využíva plameňová skúška?**

V analytickej chémii, kriminalistike, geológii, pri analýze kovov, vo výrobe ohňostrojov (farby spôsobené kovmi).

b) Prečo sú plameňové skúšky vhodné na predbežnú identifikáciu prvkov?

Pretože sú rýchle, jednoduché, lacné a farby plameňov sú veľmi charakteristické.

c) Prečo niektoré prvky neposkytujú viditeľnú farbu plameňa?

Ich emisné spektrum môže ležať mimo viditeľnej oblasti, excitácia elektrónov vyžaduje vyššiu energiu, alebo farba je príliš slabá na pozorovanie voľným okom.

5. Praktická časť – pozorovanie – vzorové odpovede

Aké farby plameňa si žiaci mali všimnúť:

Katión Farba plameňa

Na ⁺	žltá-oranžová
K ⁺	fialová (nutný kobaltový sklíček)
Li ⁺	karmínovo-červená
Ca ²⁺	tehlo-červená / oranžovo-červená
Sr ²⁺	jasne karmínová
Ba ²⁺	zelená

Ktoré činidlo sa použilo?

Roztoky alebo tuhé soli príslušných kovových katiónov – napr. chloridy (NaCl, KCl, LiCl, BaCl₂).

Ako sa drôtik čistí a prečo?

Opakovaným vyžíhaním v HCl a plameni do bezfarebnosti – zabránime kontaminácii a miešaniu farieb.

Ktorá farba je najintenzívnejšia?

Sodík – žltá farba je veľmi silná a prekrýva ostatné spektrá.

Ako sa rieši neznáma vzorka?

Porovnanie farby plameňa neznámej vzorky s tabuľkou farieb známych katiónov.

6. Záver – vzorová odpoveď

Plameňová skúška je rýchla, jednoduchá a efektívna metóda identifikácie kovových katiónov, najmä alkalických kovov a kovov alkalických zemín, ktoré poskytujú jasné charakteristické farby. Umožňuje predbežnú analýzu vzorky bez potreby zložitého vybavenia.

 7. Niečo na pobavenie – riešenia

Mini kvíz – rýchlovka

1. A – Ba
2. A – fialový