



FORENZIKA

dealing with
high achieving students
in non-formal science education

examples of best practice

Iztok Devetak
Vesna Ferik Savec
Luka Vinko
Miha Slapničar
Nina Zupanc
University of Ljubljana



DiSSI
Diversity in Science
towards Social Inclusion



Univerza v Ljubljani

KAZALO VSEBINE

DOLOČANJE NEZNANIH SNOVI	4
FORENZIČNI PROBELM	4
NAMEN EKSPERIMENTALNO – RAZISKOVALNEGA DELA	4
RAZISKOVALNO VPRAŠANJE	4
RAZISKOVALNA HIPOTEZA	4
NAČRT RAZISKAVE.....	4
Potrebščine in kemikalije.....	5
Opažanja in sklepi – 1. del.....	5
Opažanja in sklepi – 2. del: <i>določanje ionske snovi</i>	5
REZULTATI EKSPERIMENTALNEGA DELA	7
REŠITEV FORENZIČNEGA PROBLEMA	7
Potek eksperimentalnega dela po stopnjah	7
PRSTNI ODTISI	9
FORENZIČNI PROBELM	9
NAMEN EKSPERIMENTALNO – RAZISKOVALNEGA DELA	9
RAZISKOVALNO VPRAŠANJE	9
RAZISKOVALNA HIPOTEZA	9
NAČRT RAZISKAVE.....	9
Potrebščine in kemikalije.....	10
Opažanja in sklepi.....	10
REZULTATI EKSPERIMENTALNEGA DELA	10
REŠITEV FORENZIČNEGA PROBLEMA	10
Potek eksperimentalnega dela po stopnjah	11
VLAKNA	12
FORENZIČNI PROBELM	12
NAMEN EKSPERIMENTALNO – RAZISKOVALNEGA DELA	12

RAZISKOVALNO VPRAŠANJE	12
RAZISKOVALNA HIPOTEZA	12
NAČRT RAZISKAVE.....	12
Potrebščine in kemikalije.....	13
Opažanja in sklepi.....	14
REZULTATI EKSPERIMENTALNEGA DELA	15
REŠITEV FORENZIČNEGA PROBLEMA	15
Potek eksperimentalnega dela po stopnjah	16

DOLOČANJE NEZNANIH SNOVI

FORENZIČNI PROBELM

Ob truplu žrtve so kriminalisti našli dve na videz identični beli snovi. Vaša naloga je, da ju identificirate in ugotovite, ali bi lahko bila katera izmed njiju vzrok, za smrt žrtve.

NAMEN EKSPERIMENTALNO – RAZISKOVALNEGA DELA

RAZISKOVALNO VPRAŠANJE

RAZISKOVALNA HIPOTEZA

NAČRT RAZISKAVE

Narišite izločitveno shemo na podlagi katere boste določili neznani snovi, najdeni na kraju zločina.

Potrebščine in kemikalije

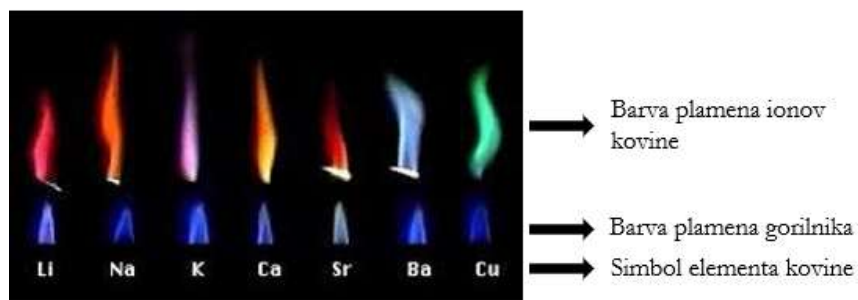
Potrebščine	Kemikalije
<i>1. del</i>	
<i>2. del</i>	
<i>3. del</i>	

Opažanja in sklepi – 1. del

Opažanja	Sklepi

Opažanja in sklepi – 2. del: določanje ionske snovi

Določanje kationa v ionski spojini



Barva plamena neznane ionske snovi v plamenu gorilnika: _____

Ime kationa prisotnega v ionski spojini najdeni na kraju zločina: _____

Določanje aniona v ionski spojini

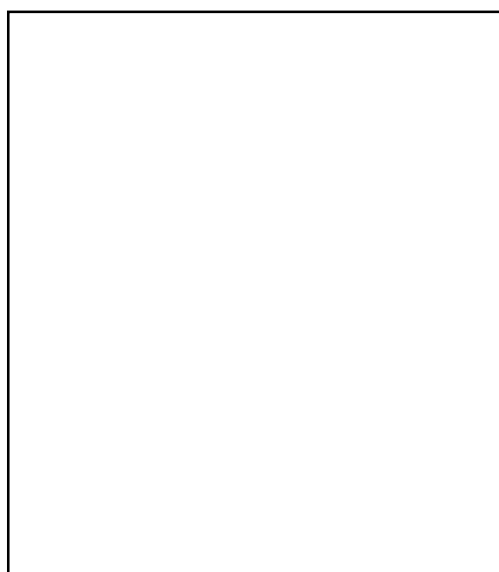
	NaCl	NaI	NaBr	Neznani vzorec
AgNO ₃				

Ime kationa prisotnega v ionski spojini najdeni na kraju zločina: _____

Opažanja in sklepi – 3. del: določanje molekulske snovi

Skicirajte razvito TLC-ploščico po tretiranju z orosilnim reagentom. Na njej označite startno in frontno črto, ter lise posameznih snovi. Na skici označite tudi razdalje, ki so jih prepotovale posamezne lise (b) in razdaljo od startne do frontne črte (a).

Izračunajte tudi retencijske faktorje (R_f) vseh snovi. $R_f = \frac{b}{a}$


 $R_{f \text{ standard1}} =$
 $R_{f \text{ standard2}} =$
 $R_{f \text{ standard3}} =$
 $R_{f \text{ neznani vzorec}} =$

Opazanja	Sklepi

REZULTATI EKSPERIMENTALNEGA DELA

1. del

2. del

3. del

REŠITEV FORENZIČNEGA PROBLEMA

Potek eksperimentalnega dela po stopnjah

1. del – preverjanje električne prevodnosti raztopin

1. V 50 mL čašah pripravite raztopini neznanih snovi A in B, tako da raztopite približno eno spatulo posamezne snovi v 20 mL destilirane vode.
2. V raztopino vstavite elektrodi, ki sta povezani z diodo in 9 V baterijo. Zapišite opažanja.

2. del – določanje neznane ionske snovi

Določanje kationa

1. V raztopino, ki ste jo pripravili v 1. delu pomočite grafitno palčko.
2. Grafitno palčko postavite v oksidativen plamen gorilnika in opazujte spremembe.
3. S primerjavo vaših opažanj in fotografijo pod »Opažanja in sklepi – 2. del« določite, kateri kation je del neznane ionske spojine.

Določanje aniona

1. Na plastificirano podlago, kjer je narisana reakcijska tabela, kapnite po eno kapljico posamezne snovi, kot je to navedeno v tabeli.
2. S kapalko, s katero dodajate drugo kapljico, se ne smete dotakniti kapljice, ki je že na foliji.
3. Opažene spremembe takoj zapišite v preglednico pod »Opažanja in sklepi – 2. del«.

3. del – določanje neznane molekulske snovi

1. Na TLC-ploščico z navadnim svinčnikom na rahlo narišite startno črto cca 1,5 cm od spodnjega roba oz. ustrezno višje glede na raven mobilne faze v kadički.
2. Na startno črto s kapilarami nanesite raztopine posameznih standardov in neznanega vzorca, ki ste jo pripravili v 1. delu, v medsebojni razdalji približno 1 cm. Za nanos vsakega vzorca uporabite ustrezno kapilaro.
3. Vsak nanos na TLC-ploščico posušite s sušilcem za lase in nanos 3-krat ponovite.
4. TLC-ploščico nato navpično postavite v kromatografsko komoro in pokrijte. Kromatogram razvijajte, dokler mobilna faza ne pripotuje približno 4 cm nad startno črto.
5. TLC-ploščico vzemite iz razvijalne kadičke in s svinčnikom na rahlo označite, do katere višine je na ploščici pripotovala mobilna faza. Nato ploščico posušite s sušilcem za lase.
6. Z orosilnim reagentom v razpršilki orosite TLC-ploščico in jo posušite s sušilnikom. TLC-ploščico je pri detekciji vzorcev treba segrevati 10 minut na 110 °C. V ta namen ploščico vstavite v peč, ki je segreta na 110 °C.
7. Izmerite višino oz. pot (cm), ki so jo med razvijanjem prepotovali standardi, neznan vzorec in mobilna faza, ter izračunajte retencijski faktor (R_f).

PRSTNI ODTISI

FORENZIČNI PROBELM

Ob pregledu kraja dogodka so ugotovili, da je trezor z receptom za izdelavo novega zdravila za COVID-19 odprt v njem pa so ostale le prazne mape v katerih je bil shranjen recept. Med iskanjem teh listin je storilec povzročil pravo razdejanje v laboratoriju in pri tem pustil številne odtise. Predmete na katerih so prstni odtisi so forenziki zbrali in jih prenesli v laboratorij na nadaljnjo preiskavo.

NAMEN EKSPERIMENTALNO – RAZISKOVALNEGA DELA

RAZISKOVALNO VPRAŠANJE

RAZISKOVALNA HIPOTEZA

NAČRT RAZISKAVE

Potrebščine in kemikalije

Potrebščine	Kemikalije
1. del	
2. del	

Opažanja in sklepi

Opažanja	Sklepi
1. del	
2. del	

REZULTATI EKSPERIMENTALNEGA DELA**REŠITEV FORENZIČNEGA PROBLEMA**

Potek eksperimentalnega dela po stopnjah

1. del: Razvijanje prstnih odtisov s blapi joda:

1. Košček papirja na katerem naj bi se nahajal prstni odtis pokončno položite v razvijalno komoro oz. čašo.
2. V komoro dajte en kristal joda in jo tesno prekrijte z aluminijasto folijo za živila.
3. Komoro postavite na rahlo ogreto steklokeramično ploščo.

2. del: Razvijanje prstnih odtisov s blapi cianoakrilata:

1. Poskus izvajajte v digestoriju.
2. Epruveto, na kateri naj bi se nahajal prstni odtis, postavite v čašo oz. razvijalno komoro.
3. V čašo postavite aluminijasto posodico, v katero kapnite 2 kapljici cianoakrilatnega sekundnega lepila.
4. Razvijalno komoro tesno zaprite z aluminijasto folijo za živila in jo položite na vročo steklokeramično ploščo.

VLAKNA

FORENZIČNI PROBELM

Ob pregledu žrtve so našli vzorec vlakna. Tvoja naloga je, da ugotoviš kakšnega izvora je vlakno, ter glede na lastnosti vlakna ugotoviš kateremu osumljencu pripada.

NAMEN EKSPERIMENTALNO – RAZISKOVALNEGA DELA

RAZISKOVALNO VPRAŠANJE

RAZISKOVALNA HIPOTEZA

NAČRT RAZISKAVE

Potrebščine in kemikalije

Potrebščine	Kemikalije
<i>1. del</i>	
<i>2. del</i>	
<i>3. del</i>	

Opažanja in sklepi

1. Del

Material katerega vlakno	iz je	Sprememba oblike med segrevanjem	Med segrevanjem se stali	Med segrevanjem se vžge	Med segrevanjem nastaja dim	Med segrevanjem nastaja neprijeten vonj	Po segrevanju ostane trdna snov	Sprememba strukture po dodatku NaOH
Bombaž								
Volna								
Lasje								
Poliestrna vlakna (PES)								
Neznani vzorec								



2. Del

Skica opazovanega vlakna	Sklepi
1. <i>Vzorec: dlaka merino ovce</i>	
2. <i>Vzorec: človeški las</i>	
3. <i>Vzorec: bombaž</i>	
4. <i>Vzorec: poliestersko vlakno (PES)</i>	
5. <i>Neznani vzorec</i>	

REZULTATI EKSPERIMENTALNEGA DELA**REŠITEV FORENZIČNEGA PROBLEMA**

Potek eksperimentalnega dela po stopnjah

1. del: Gorenje vlaken

4. S pomočjo analitske tehtnice natehtaj 0.20 g vsakega vzorca vlaken.
5. Vlakna istočasno postavi na segreto ploščo v digestoriju.
6. Opazujte dogajanje in izpolnite priloženo tabelo.

2. del: Mikroskopiranje vlaken

5. Na objektno stekelce s pomočjo kapalke kanite 1 kapljico vode.
6. S škarjami in pinceto pripravite ustrezno dolgo vlakno(dolžina krovnega stekelca) in ga položite v kapljico vode na objektnem stekelcu.
7. Vse skupaj pod kotom pokrijte s krovnim stekelcem in pri tem pazite, da se vam pod krovno stekelce ne ujamejo zračni mehurčki.
8. Dobro pogledjte kaj vidite in izpolnite priloženo tabelo.

3. del: Mikroskopiranje vlaken

1. Na objektno stekelce s pomočjo kapalke kanite 1 kapljico natrijevega hidroksida.
2. S škarjami in pinceto pripravite ustrezno dolgo vlakno(dolžina krovnega stekelca) in ga položite v kapljico vode na objektnem stekelcu.
3. Vse skupaj pod kotom pokrijte s krovnim stekelcem in pri tem pazite, da se vam pod krovno stekelce ne ujamejo zračni mehurčki.
4. Dobro pogledjte kaj vidite in izpolnite priloženo tabelo.

DODATEK ZA UČITELJA

Določanje neznanih snovi:

POTEK DELA PO STOPNJAH

1. V kromatografsko kadičko s pokrovom z merilnim valjem odmerite mobilno fazo v sestavi butanol : aceton : voda = 5 : 4 : 1. Če vam dopuščajo časovne možnosti, lahko kromatografsko kadičko z mobilno fazo pripravite en dan vnaprej, da se nasiti s parami mobilne faze. Tako zagotovite boljšo ločbo.
2. Za pripravo raztopin standardov drog za vsak standardni vzorec posebej v terilnici strite posamezni standardni (znani) vzorec in ga zatehtajte po 0,1 g v čašo. Enako postopajte z neznanim vzorcem.
3. Nato v čaše dodajte po 10 mL destilirane vode in premešajte, da se trdni vzorci v celoti raztopijo.
4. V vsako čašo namestite svojo kapilaro za nanos vzorca.

Priprava orosilnega reagenta

1. Sveže pripravljene orosilni reagent pripravite tako, da 1 ml 4-metoksibenzaldehida raztopite v 18 mL 96-odstotnega etanola in 1 mL koncentrirane žveplove(VI) kisline.
2. Pripravljeno raztopino zlijte v stekleničko z razpršilko.

Identifikacija neznanega vzorca

1. Na TLC-ploščico z navadnim svinčnikom na rahlo narišite startno črto cca 1,5 cm od spodnjega roba oz. ustrezno višje glede na raven mobilne faze v kadički.
2. Na startno črto s kapilarami nanosite raztopine posameznih standardov in neznanega vzorca v medsebojni razdalji približno 1 cm. Za nanos vsakega vzorca uporabite ustrezno kapilaro.
3. Vsak nanos na TLC-ploščico posušite s sušilcem za lase in nanos 3-krat ponovite.
4. TLC-ploščico nato navpično postavite v razvijalno kadičko in pokrijte. Kromatogram razvijajte, dokler mobilna faza ne pripotuje približno 4 cm nad startno črto.
5. TLC-ploščico vzemite iz razvijalne kadičke in s svinčnikom na rahlo označite, do katere višine je na ploščici pripotovala mobilna faza. Nato ploščico posušite s sušilcem za lase.
6. Z orosilnim reagentom v razpršilki orosite TLC-ploščico in jo posušite s sušilnikom. TLC-ploščico

je pri detekciji vzorcev treba segrevati 10 minut na 110 °C. V ta namen ploščico vstavite v peč, ki je segreta na 110 °C. Pri tem se bodo pojavile obarvane lise.

7. Izmerite višino oz. pot (cm), ki so jo med razvijanjem prepotovali standardi, neznani vzorec in mobilna faza, ter izračunajte retenzijski faktor (Rf).

$$R_f = \frac{d_1}{d}$$

Rf Retenzijski faktor.

d1 Pot, ki jo prepotuje vzorec.

d Pot, ki jo prepotuje mobilna faza.

8. Na osnovi izračunanih vrednosti Rf identificirajte neznani vzorec.

SNOV A: Kalijev jodid

SNOV B: Saharoza

Scenarij umora (predlagamo, da ga učitelj prebere na začetku)

Pozimi, 10. 1. ob 18.30 je policijska postaja Celje prejela obvestilo, da je v zgradbi Celjskih lekarn prišlo do vloma. Na kraj dogodka so ob 18.40 prispeli policisti, ki so pri pregledu stavbe ugotovili, da je prišlo v skladišču kemikalij do umora. Žrtev umora je Miha Novak, vodja oddelka za razvoj zdravila proti COVID 19. Ob prihodu so laboratorij zaprli, mobilni forenziki pa so začeli zbirati dokaze.

Na kraju zločina je osumljenec pustil pravo razdejanje in pustil številne odtise. Na oblačilih žrtve so našli različna vlakna in bel prah, po podrobnem pregledu, pa celo nekaj sline. Policisti so zaslišali morebitne osumljence.

Izjave in opisi osumljencev:

Matej Prat: na dan dogodka je bil oblečen v bel volnen pulover in modre kavbojke. Ima kratke rjave lase. V laboratoriju je žrtvin šef in njegov tesni prijatelj. Sodeluje pri razvoju zdravila proti COVID 19, katerega glavna komponenta je kalijev jodid. Doma ima kmetijo z ovcami in kozami. Občasno žura in jemlje nedovoljene substance, ki mu dajejo energijo in veselje do dela.

Luka Brecl: na dan dogodka je prišel zelo zgodaj v službo. Oblečen je bil v bel volnen pulover in zelene kavbojke, z roza črto. Ima rjave lase. Je žrtvin sodelavec, sodeluje pri izdelavi zdravila, katerega glavna komponenta je natrijev bromid. Za hišnega ljubljjenčka ima belega psa. Veliko žura in kadi.

Jana Milojevič: na dan dogodka je bila oblečena v črn pulover in bele hlače. Ima svetlo rjave dolge lase. Je nekdanja partnerka umorjenega, sedaj ga toži za premoženje. Ima težave z epilepsijo zato jemlje zdravila, ki vsebujejo kalijev jodid. Nima domačih živali.

Jerneja Bruc: na dan dogodka je bila oblečena v belo majico in kavbojke. Ima črne lase. Veliko se ukvarja s športom, nekoč je bila mladinska prvakinja v teku na 100 m. V laboratoriju deluje kot čistilka. Ukvarja s prodajo sadik paradižnika, kot škropivo uporablja mešanico natrijevega klorida. Pogosto odhaja na dopust k mami, ki ima ovce in koze.

Slika osumljencev za lažno predstavo učencev:

