



Estri

Avtor: Brina Dojer

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, UM

Strategija (metoda): eksperimentalno delo učitelja

Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole): 17 – 18 let, 3. Letnik, Gimnazija

Kompetence, ki se razvijajo:

a) generične:

- zbiranje informacij o sintezah organskih spojin
- sistematiziranje dobljenih podatkov v sistem
- interpretacija rezultatov z odgovori na vprašanja
- ustvarjanje zaključkov glede na rezultate
- samostojno opazovanje in organizacija
- učenje in reševanje problemov
- verbalna in pisna komunikacija

b) predmetno-specifične:

- c) zmožnost sodelovalnega in samostojnega reševanja problemov
- d) zmožnost prilagajanja prakse specifičnim kontekstom;
- e) razvoj znanja in razumevanja na področju organske kemije
- f) zmožnost uporabiti novo znanje na različnih primerih
- g) poznavanje osnovnih reakcij kisikovih organskih spojin in prenos znanja v prakso

Umestitev v učni načrt/Nova vsebina:

- Zgradba in lastnosti organskih spojin; Zgradba in lastnosti organskih kisikovih spojin; Estri

Način evalvacije:

- Samoevalvacija
- Evalvacija s strani profesorja



Priporočila profesorju

Napisano delovno gradivo lahko uporabite tako za učno uro usvajanja kot tudi ponavljanja. V uvodnem delu so namreč podane splošne značilnosti estrov, podana je sintezna reakcija, dijaki izvedo, da lahko poleg organskih kislin estre tvorijo tudi anorganske, poleg tega izvedo tudi, da estre srečujemo v vsakdanjem življenju.

Eksperiment 1

Podani eksperiment lahko izvaja tako laborant kot profesor ali celo dijak demonstrator. Gre namreč za preprosto sintezo estra propil etanoata. Za sintezo slednjega potrebujete:

Laboratorijski pribor:

- Gorilnik, trinožno stojalo, keramična mrežica (lahko tudi grelnik z mešalom ali brez)
- 2 x 250 mL čaša z vodo
- Epruveta + kosem vate, s katero boste zamašili epruveto
- 3 kapalke
- Zaščitna oprema (očala, rokavice, halja)

Kemikalije

- Propanol
- Etanojska kislina
- Konc. Žveplova(VI) kislina

Priporočljivo je, da imate kemikalije v majhnih stekleničkah s kapalkami, saj jih potrebujete v majhnih količinah. Poleg tega ne pozabite na znake za nevarnost!

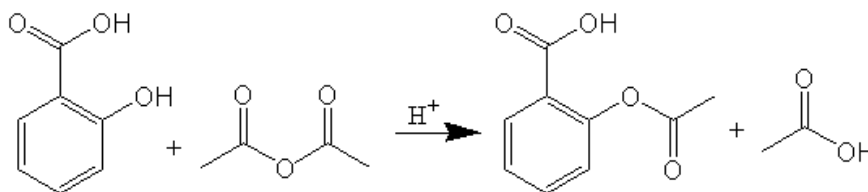
Vodo predhodno segrejete na okoli 80 °C (samo segrevanje lahko vzame nekaj časa). V epruveto dodate po 5 kapljic propanola in etanojske kisline ter kapljico H_2SO_4 . Nekdo od dijakov lahko pride povonjati raztopino. Epruveto zamašite s kosom vate (saj so kemikalije v majhnih količinah in ne želite takoj izgubiti vonja produkta). Epruveto pustite v vodni kopeli 5-10 min. Nato produkt, ki je nastal v epruveti zlijete v drugo čašo z malo vode, tako da lahko čaša »potuje« po razredu in lahko dijaki povonjajo produkt ter povedo, na kaj jih vonj spominja. Produkt naj bi imel vonj po hruškah.

Poleg tega lahko dijaki sklepajo še na eno lastnost tega produkta, in sicer topnost v vodi.

Dijaki naj se kar sproti lotijo nalog in naj (glede na primer, ki je zapisal na delovnih listih) sami poimenujejo nastali produkt. Vprašanja se nanašajo na samo reakcijo, odgovore lahko najdejo tudi v uvodnem besedilu.

Eksperiment 2:

Eksperiment je podoben prejšnjemu, tako da priporočila ostanejo enaka. Pri odgovorih na vprašanja profesor razloži dijakom, da aspirin nastane iz salicilne kisline in anhidrida etanojske kisline, pokaže, kateri del molekule obeh reagira.



Dijaki naj primerjajo oba produkta, ki ste ju prelili v časo z malo vode, pri čemer opazijo, da se etil benzoat ne raztoplja v vodi. Pojasnite jim, da lahko molekule vode z molekulami estrov tvorijo vodikove vezi, da so nižji estri so topni v vodi, topnost pa hitro pada z daljšanjem verige.

Eksperiment 3:

Kot je na delovnih listih zapisano, gre za reakcijo anorganske kisline in metanola. Profesor lahko pove dijakom, da lahko borova kislina (ki jo lahko kupimo v lekarni in se kot raztopina med drugim uporablja tudi za obkladke) v zelo majhnih količinah služi kot shuševalno sredstvo, v malo večjih količinah (5-20 g/kg) pa je smrtno nevarna.

Profesor tudi pojasni dijakom, da v strukturi »anorganskih estrov« ni običajnega dela strukture, ki je očiten v primeru nastanka estra iz karboksilne kisline in etanola.

Predlagam Vam, da ester sintetizirate v erlenmajerici, ki jo zamašite z gumijastim zamaškom z luknjo, ki ima skozi napeljano cevko.

Laboratorijski pribor:

- Gorilnik, trinožno stojalo, keramična mrežica (lahko tudi grelnik z mešalom ali brez)
- Erlenmajerica
- Gumijast zamašek s cevko
- Zaščitna oprema (očala, rokavice, halja)
- Vžigalice

Kemikalije

- Metanol
- Borova kislina
- Konc. Žveplova(VI) kislina



V erlenmajerico nalijete 40 mL metanola in dodate 1 g borove kisline (H_3BO_3) ter 2 mL konc. H_2SO_4 . Zamašite z zamaškom, ki ima skozi napeljano cevko in segrevate. Po približno 5 min prižgete hlape nad cevko. Plamen je zelen.



Pri nalogah sem podala tudi nalogo, v naj dijaki sami poskušajo napisati reakcijo dušikove(v) kisline in glicerola. Spraševala sem se, če je podajanje takih zadev vzgojno, zaradi nevarnosti samega eksperimenta, katerega bi se dijaki lahko lotili tudi doma. Na internetnih straneh je opisan celoten eksperiment (ena od njih: <http://old.pioraj.org/eksplozivi.html#nitroglicerina>).

Eksperiment 4:

Ob tem eksperimentu dijaki spoznajo bazično hidrolizo estrov.

Za eksperiment potrebujete naslednje:

Laboratorijski pribor:

- 3 kapalke
- 2 epruveti
- 100 mL čaša
- Zaščitna oprema (očala, rokavice, halja)

Kemikalije

- 1 N NaOH (1N = 40 g v 1L H₂O)
- Etil acetat
- Fenolftalein

Epruveti označite. (Dijaki lahko pred reakcijo povonjajo etil acetat.) V obe epruveti dajte 1 mL H₂O, 1 kapljico NaOH ter 1 kapljico fenolftaleina. V prvo epruveto dolijte etil acetat, raztopina v drugi epruveti je referenčna. Pred reakcijo sta raztopini v obeh epruveth obarvani vijolično, epruveta, kamor smo dodali etil acetat, se čez nekaj minut razbarva. Sklepamo, da je poleg etanola nastala kislina, ki jo prepoznamo po vonju. Na spodnji fotografiji si oglejte, kako naj bi vse izgledalo.

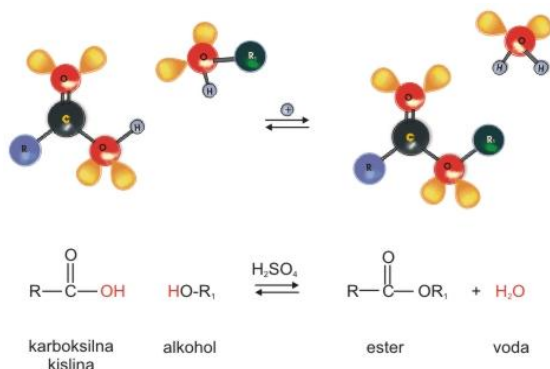


ESTRI



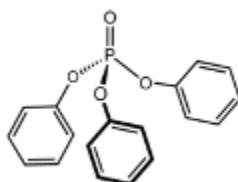
Vsakdo od nas se je v življenju najbrž že srečal z zgoraj zapisanimi kisikovimi organskimi spojinami, torej estri. Slednji so namreč dostikrat prepoznavni po svojih značilnih vonjih, saj so sestavni del arom, nekateri estri so sestavina feromonov, živalskih spolnih hormonov, večina naravnih olj in maščob so estri, prav tako so estri sestavina nekaterih zdravil. Od estrov, ki nastanejo iz anorganskih kislin, je najbrž eden najbolj znanih nitroglicerini.

Estri običajno nastanejo pri reakciji alkoholov (lahko tudi fenolov) in kislin, esterifikaciji, pri čemer se izloči voda.



Nasprotna reakcija esterifikaciji je hidroliza estrov.

Poleg organskih kislin lahko z alkoholi reagirajo anorganske kisline, pri čemer prav tako nastanejo estri (na sliki je struktura trifenil fosfata, estra, ki nastane pri reakciji fosforjeve(V) kisline in fenola).



Eksperiment 1: Sinteza 1

Profesor vam je pripravil eksperiment, ob rezultatih katerega boste spoznali že omenjeno lastnost estrov. Pred začetkom vsakega eksperimenta le-tega preberite, da boste lažje odgovarjali na vprašanja. Sledite profesorjevemu eksperimentiranju!

Naloga 1: Spodaj so zapisane kemikalije, ki jih potrebujemo za izvedbo eksperimenta. Na črte zraven imen kemikalij zapišite njihovo racionalno formulo!

Kemikalije:

1. Propanol _____  

2. Etanojska kislina _____ 

3. Žveplova(VI) kislina (konc.) _____   



Naloga 2: Odgovorite na spodnja vprašanja oziroma dopolnite potrebno!

a) Katera je najočitnejša značilnost nastalega produkta?

b) Zapišite reakcijo alkohola in karboksilne kisline!

c) Kako bi poimenovali produkt, ki nastane pri reakciji? (Alkoholni del spojine poimenujemo kot radikal, npr. če spojina nastane iz etanola, se njegovo ime začne z etil..., v imenu karboksilne kisline končnico –ojska kislina zamenjamo s končnico –oat, npr. če je spojina derivat benzojske kisline, je drugi del imena – benzoat; torej etil benzoat)

d) Za kaj bi po vašem mnenju lahko (glede na njegovo značilnost) uporabljali nastali produkt?

e) Opazite v čaši z vodo, kamor je profesor prelij produkt, kaj posebnega in na katero lastnost produkta lahko ob tem sklepate?

Eksperiment 2: Sinteza 2

Profesor vam je pripravil primer sinteze aromatskega estra!

Naloga 1: Spodaj so zapisane kemikalije, ki jih potrebujemo za izvedbo eksperimenta. Na črte zraven imen kemikalij zapišite njihovo racionalno formulo!

Kemikalije:

- Benzojska kislina _____



- Etanol _____



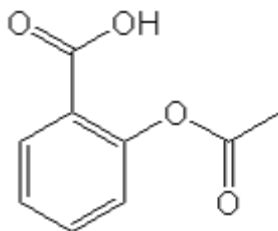
- Koncentrirana žveplova kislina _____





Naloga 2: Odgovorite na spodnja vprašanja oziroma dopolnite potrebno!

- a) Zapišite kemijsko reakcijo, ki poteka! Pripišite tudi imena reaktantov in produktov!
- b) Reakcija je ravnotežna. Kako lahko povečamo količino produkta te ravnotežne reakcije?
-
- c) Eden najbolj poznanih estrov je tudi aspirin. Nastane pri reakciji salicilne kisline in anhidrida etanojske kisline. Na strukturi aspirina označite estrsko skupino!



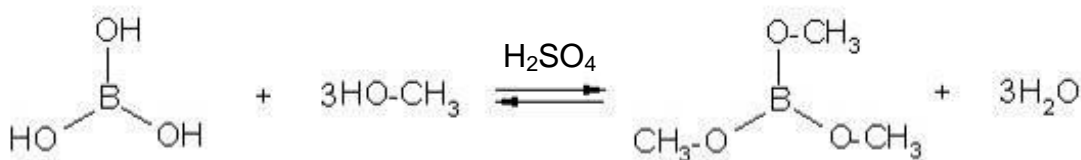
- d) Opazite v čaši z vodo, kamor je profesor prelij produkt, kaj posebnega, na katero lastnost produkta lahko ob tem sklepate? Primerjajte ta rezultat s tistim iz prejšnjega eksperimenta!
-
-

Eksperiment 3: Sinteza 3

Pri naslednjem eksperimentu boste ugotovili, da za nastanek estrov niso vedno potrebne organske kisline!

Naloga 1: Spodaj je zapisana reakcija nastanka borovega estra. Na črte pod reakcijo zapišite imena snovi!

Reakcija:



Naloga 2: Opazujte eksperiment, zapišite kemikalije, ki jih bo profesor uporabljal pri eksperimentu, skicirajte aparaturo ter označite njene dele!

Kemikalije: Skica aparature:

-





- _____  
- _____  

Naloga 3: Odgovorite na vprašanje in dopolnite potrebno!

a) Borov ester ima značilno lastnost. Katero?



b) Ester dušikove(v) kisline in glicerola je glicerol trinitrat, ki se uporablja za izdelovanje dinamita. Zapišite kemijsko reakcijo nastanka omenjenega estra, pri čemer si pomagajte z reakcijo nastanka borovega estra!

Eksperiment 4: Sinteza 4

Pri naslednjem eksperimentu boste spoznali reakcijo nasprotno estrenju, torej že omenjeno hidrolizo estrov!

Naloga 1: Opazujte eksperiment, na črto zapišite racionalni formuli kemikalij, ki jih bo profesor uporabil pri delu ter zapišite kemijsko reakcijo, ki poteka!

Kemikalije:

- Etil acetat _____ 
- Natrijev hidroksid _____ 
- Fenolftalein

Reakcija, ki poteka:

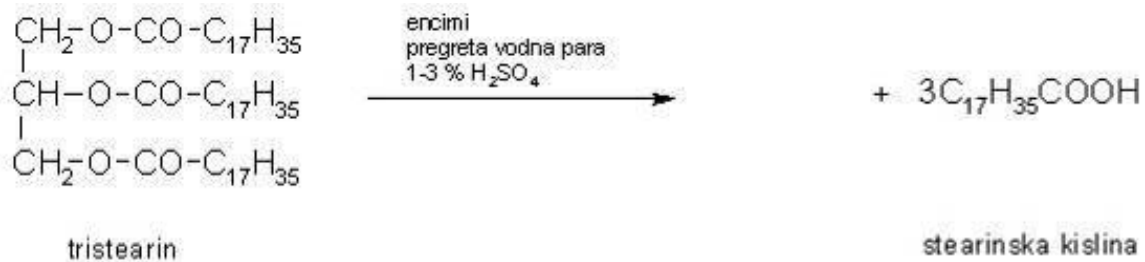
Naloga 2: Glede na rezultate eksperimentiranja dopolnite tabelo!

Vsebina epruvete	Barva raztopine v epruveti pred reakcijo	Barva raztopine v epruveti po reakciji
Voda + natrijev hidroksid + fenolftalein		
Voda + natrijev hidroksid + fenolftalein + etil acetat		

Naloga 3: Odgovorite na vprašanje oziroma ustrezno dopolnite!

a) Ali se barvi raztopin po reakciji razlikujeta od tistih pred reakcijo, in če se, zakaj?

b) Zgornja reakcija je t.i. bazična hidroliza estrov. Poznana je tudi kislá hidroliza, za katerega je podana reakcija. Dopolnite jo!





Estri

Avtor: Brina Dojer

Institucija: Fakulteta za naravoslovje in matematiko, UM

Evalvator(ji) gradiva:

Peter Juvančič, Šolski center Celje, Gimnazija Lava, Celje

Starostna skupina, razred (vrsta srednje šole): 17 – 18 let, 3. Letnik, Gimnazija

Kompetence, ki se razvijajo:

a) generične:

- zbiranje informacij o sintezah organskih spojin
- sistematiziranje dobljenih podatkov v sistem
- interpretacija rezultatov z odgovori na vprašanja
- ustvarjanje zaključkov glede na rezultate
- samostojno opazovanje in organizacija
- učenje in reševanje problemov
- verbalna in pisna komunikacija

b) predmetno-specifične:

- zmožnost sodelovalnega in samostojnega reševanja problemov
- zmožnost prilagajanja prakse specifičnim kontekstom;
- razvoj znanja in razumevanja na področju organske kemije
- zmožnost uporabiti novo znanje na različnih primerih
- poznavanje osnovnih reakcij kisikovih organskih spojin in prenos znanja v prakso

Umestitev v učni načrt/Nova vsebina:

- Zgradba in lastnosti organskih spojin; Zgradba in lastnosti organskih kisikovih spojin; *Estri*

Način evalvacije:

- Samoevalvacija
- Evalvacija s strani profesorja
-

Kratek povzetek samega gradiva (nekaj komentarjev):

Gradivo je sestavljeno z namenom voditi dijake skozi reakcije estrov, ki so za dijake zanimive in poučne. Gradivo je oblikovano tako, da dijaki sproti zapisujejo informacije, ki jih dobivajo s strani profesorja, hkrati pa na koncu



preverijo svoje razumevanje in uporabo na posameznih primerih. Profesor v priporočilih dobi natančne podatke za pripravo reagentov in eksperimentiranje.

Vprašalnik ali njegov del (predtest, potest, delovni list,...), ki se ga je reševalo za evalvacijo

- So bile kemikalije pravilno podane ter postopki za pripravo reagentov natančno zapisani?
- Morda kateri od eksperimentov po zapisanem postopku ni uspel in če, kateri?
- So dijaki uspeli slediti demonstraciji hkrati izpolnjevati delovne liste?
- Pri zapisovanju ali dopolnjevanju katere reakcije so imeli dijaki največ težav?
- So po Vašem mnenju dijaki dobili dovolj informacij o estrih, ki jih bodo lahko uporabili pri nadaljnjem delu?

Poročilo učiteljev o rezultatih in poteku evalvacije (s komentarji avtorja)

□ Delovni listi za dijake so didaktično zelo dobro zasnovani, saj vsebujejo zanimivo izbrana vprašanja, ki dijake navajajo na širše razmišljanje in ne zgolj samo na estrenje (anorganska kislina, hidroliza). Poleg tega dijake dobro vodijo skozi eksperiment in jih navajajo na natančno opazovanje, kar je za kemika bistvenega pomena in s čimer ima današnja mladina veliko problemov (razen če jih sproti opozarjamo, kaj morajo ali naj bi videli pri poskusu). Morda v navodila ne bi bilo slabo zapiati (lahko za dijake ali pa tudi opozoriti učitelja), da naj dijake pozove, da že vnaprej preletijo vprašanja, ki so zastavljena na koncu vsakega poskusa). – **Res je, sem zapisala slednje.**

□ Vse kemikalije so označene z znaki za nevarnost. Morda bi bilo v prihodnje pametno uporabiti GHS piktograme, saj se je zakonodaja na tem področju spremenila, a je zaenkrat v veljavi še oboje označevanje. – **Če so še v veljavi stari, bom le te zaenkrat pustila.**

□ Pri sintezi 1 me malo bega tudi vprašanje zakaj dodamo žveplovo(VI) kislino. Kolikor se sam spomnim so tu v dilemi tudi nekateri visokošolski profesorji. Eni striktno zagovarjajo, da je katalizator, drugi pa da veže vodo in s tem vpliva na ravnotežje in ga pomakne v desno, tako torej nastane več estra. Nekateri (večina) pa menijo, da je vpliv nekje vmes (malo ravnotežje in malo katalizator). Kaj vi menite o tem? To vprašanje na njihovem gradivu (pa tudi v uvodu) pa pustite! – **Sem mnenja, da žveplova(VI) kislina vpliva na oboje, tako hitrost reakcije kot na vezavo vode. Pri eksperimentih jo je seveda smiselno uporabiti. Vprašanje pa je, ali je smiselno dijakom razlagati, kakšna je njena vloga – mislim, da je. Dijaki, ki jih kemija zanima, si bodo stvar akumulirali, drugi pa se bodo morali naučiti.**

□ V priporočilih profesorju je pri eksperimentu 1 napisan ester pentil etanoat (najbrž bi moral biti propil, glede na to, da imamo propanol). – **Do napake je**



prišlo, ker sem sprva nameravala podati eksperiment s pentanolom, nato pa sem ugotovila, da sem kot težje topen ester že podala etil benzoat, zato sem pentanol zamenjala s propanolom.

□ Glede vašega pomisleka o vzgojnosti pa naj vam povem, da smo učitelji tu tudi zato, da dijakom povemo kaj je nevarno in jih opozarjamo na to, da so na spletu nekatere stvari nevarne, mnogokrat pa tudi strokovno sporne. Moje mnenje je: Otroke je treba naučiti živeti v krutem svetu, ne pa jih izolirati od njega. Torej nitroglicerin naj ostane, pa še kakšno bomo lahko rekli o Alfredu Nobelu in njegovih nagradah. – **Prav. Namreč, mislila sem, glede na to, da nekateri starši samo čakajo, kdaj bodo lahko koga tožili, da bi bil profesor posredno kriv, če bi se kateri od dijakov lotil sinteze.**

Poročilo (povzetek) avtorja o evalvaciji

Mislím, da bom lahko ta del dopolnila po profesorjevi izvedbi v razredu.

Morebitni predlog avtorja za dopolnitev/izboljšavo gradiva

Držala se bom profesojevih komentarjev in skladno s tem popravila gradivo.