# Delovni list za učence - 1. del

## Sinteza biodizla iz rastlinskih olj

### ključne besede

### ogljikovodiki, družina organskih kisikovih spojin (alkoholi, estri), biodizel, obnovljiv vir energije

### Učni cilji

Cilji so skladni z učnim načrtom za kemijo v osnovni šoli (Učni načrt za kemijo v osnovni šoli, 2011).

Učenci/-ke:

* spoznajo nafto in zemeljski plin kot glavna vira organskih spojin (ogljikovodikov) in neobnovljiva vira energije;
* razmišljajo o zmanjšanju vplivov ogljikovodikov in njihovih derivatov na okolje;
* razumejo pomen oziroma vpliv organskih kisikovih spojin na življenje oziroma okolje;
* razvijajo eksperimentalno-raziskovalne spretnosti in veščine;
* razvijajo razumevanje soodvisnosti zgradbe, lastnosti in uporabe snovi;
* razvijajo odgovoren odnos do uporabe snovi, sposobnost in pripravljenost za zavzeto, odgovorno in utemeljeno ravnanje za zdravje in v okolju (kemijska varnost);
* razvijajo kompleksno in kritično mišljenje pri iskanju, obdelavi in vrednotenju podatkov iz več virov (načrtno opazovanje, zapisovanje in uporaba opažanj/meritev kot vira podatkov).

### Uvod

Biogorivo je trdo, tekoče ali plinasto gorivo, pridobljeno iz sorazmerno nedavno odmrle biološke snovi, za razliko od fosilnih goriv, ki se pridobivajo iz davno odmrle biološke snovi.

Proizvodnja biogoriv iz rastlin, ki vsebujejo veliko:

* sladkorja (sladkorni trs, sladkorna pesa in sladki sirek) ali škroba (koruza) - iz njih se z alkoholnim vrenjem pridobiva t. i. bioetanol,
* rastlinskega olja (oljne ogrščice, sojinega, sončničnega, koruznega olja, ) - s predelavo olja v biodizel se oljem zmanjša viskoznost.

Biodizel je metilni ester maščobnih kislin, ki nastaja pri esterifikaciji trigliceridov rastlinskih olj z metanolom. Kot prej omenjeno pa ga lahko pripravimo iz različnih rastlinskih olj, živalskih maščob ali odpadnih kuhinjskih olj.



Slika 1: Shematski prikaz reakcije transesterifikacije med gliceridom in alkoholom, ob prisotnosti katalizatorja.

Postal je alternativno gorivo, ki se uporablja v dizelskih motorjih, saj so njegove osnovne značilnosti podobne kot pri fosilnem dizlu. Lahko se uporablja kot mešanica s fosilnim dizlom, v poljubnih razmerjih. Uporaba biodizla predstavlja številne prednosti, saj je biorazgradljivo, netoksično in naravi prijazno gorivo, poleg tega pri gorenju biodizla nastajajo tudi manjše koncentracije toplogrednih plinov.

### PRIPOMOČKI

* 2 x 250 mL lij ločnik
* 2 x 100 mL merilni valj
* 2 x 50 mL merilni valj
* 2 x 50 mL čaša
* 2 x trinožno stojalo z obročem
* dodatni pripomočki, ki bi jih učenci potrebovali

### KEMIKALIJE

* 100 mL sončničnega olja
* 30 mL metanola
* 2 mL 9 M raztopina kalijevega hidroksida - katalizator
* 10 mL destilirane vode
* dodatne kemikalije, ki bi jih učenci potrebovali

### VARNOST

Pri eksperimentalnem delu so obvezna zaščitna halja, očala in rokavice. Pred začetkom je potrebno skrbno prebrati navodila za varno delo s kemikalijami na steklenicah ali plastenkah oziroma med delom upoštevati oznake za nevarne snovi. Po končanem delu je uporabljene snovi potrebno odliti v posebej pripravljene posode oziroma upoštevati navodila učitelja.



## Preliminarna aktivnost

### POTEK DELA

1. V 250 mL lij ločnik nalijemo 100 mL sončničnega olja in previdno dodamo 15 mL metanola.
2. Previdno, po kapljicah dodamo še 1 mL 9 M kalijevega hidroksida.
3. Vsebino, vedno na enak način stresamo približno 5 minut.
4. Lij ločnik postavimo na obroč in pustimo stati čez noč, da nastaneta dve plasti.
5. Spodnjo plast, glicerol ločimo od zgornje, biodizla v merilni valj in zapišemo volumen nastalega glicerola. Volumen glicerola odštejemo od skupne količine vseh reagentov, da dobimo količino nastalega biodizla.
6. Zgornjo plast biodizla speremo z 10 mL destilirane vode. Lij ločnik zelo previdno in počasi obrnemo navpično štirikrat (pri reakciji nastanejo mila, ki lahko ob hitrem mešanju spenijo vsebino).
7. Počakamo, da nastaneta dve plasti in nato spodnjo plast mila in destilirane vode ločimo v 50 mL čašo.
8. Zgornjo plast biodizla nalijemo v merilni valj in izmerimo volumen.
9. Pripravljen biodizel prelijemo v 250 mL čašo in ga pustimo stati čez noč, da se zbistri.

#### Vprašanja za razmislek

1. Kolikšen delež biodizla ste pridobili?
2. Kaj je biodizel?
3. Navedite še druga olja, ki bi jih lahko uporabili pri sintezi biodizla.
4. V postopku sinteze biodizla ste uporabili raztopino kalijevega hidroksida. Iz zapisa enačbe kemijske reakcije (Slika 1) poskušajte ugotoviti, kakšna je bila njegova vloga v poteku kemijske reakcije.
5. Navedite vsaj tri dejavnike, ki so lahko vplivali na delež pridobljenega biodizla.

## Vodeno eksperimentalno-raziskovalno delo

### OBLIKOVANJE/IZBOR RAZISKOVALNIH VPRAŠANJ

Pri eksperimentalno-raziskovalnem delu se osredotočite na **eno** od spodaj navedenih raziskovalnih vprašanj:

**1RV:** Ali uporaba svežega oziroma že uporabljenega sončničnega olja vpliva na izkoristek sinteze biodizla po izbranem postopku?

**2RV:** Ali uporaba različne vrste rastlinskega olja (npr. laneno olje, sončnično olje) vpliva na izkoristek sinteze biodizla po izbranem postopku?

**3RV:** Ali uporaba različnih alkoholov (npr. metanol, etanol) vpliva ba izkoristek sinteze biodizla po izbranem postopku?

### Načrtovanje EKSPERIMENTALNEGA DELA

#### Raziskovalna hipoteza (Kaj predvidevamo, da se bo zgodilo? Zakaj?)

#### Spremenljivke in konstante

Neodvisna spremenljivka (spremenljivka, ki jo spreminjamo):

Odvisna spremenljivka (spremenljivka, ki jo merimo ali opazujemo):

Konstante (da bo raziskava poštena, ne bomo spreminjali naslednjih spremenljivk):

####

#### Načrtovanje izvedbe eksperimentalnega dela (Kaj bomo naredili, da bomo odgovorili na raziskovalno vprašanje?)

Zbiranje podatkov med eksperimentalnim delom (Kako bomo beležili in zbirali eksperimentalne podatke?)

### IZVEDBA EKSPERIMENTALNEGA DELA

Izvedite načrtovano eksperimentalno delo in zberite podatke.

### Analiza življenjskega cikla

Preko analize življenjskega cikla izdelka in/ali postopka raziščite, katero gorivo je z vidika trajnosti bolj zaželeno. Analiza življenjskega cikla (angl. Life Cycle Analysis, LCA) je ocena okoljskega vpliva izdelka in/ali postopka v njegovem celotnem življenjskem ciklu.

V okviru izbranega raziskovalnega vprašanja izvedite analizo življenjskega cikla.

**RV1 – Aktivnost:** Izvedite analizo življenjskega cikla za uporabo svežega sončničnega olja in rabljenega sončničnega olja pri proizvodnji in uporabi biodizla ter življenjski cikel proizvodnje in uporabe fosilnega goriva. Ocenite, katero od treh goriv najmanj negativno vpliva na ljudi in okolje.

**RV2 – Aktivnost:** Izvedite analizo življenjskega cikla za uporabo različnih rastlinskih olj (npr. laneno olje, sončnično olje, sojino olje) pri proizvodnji in uporabi biodizla in življenjski cikel proizvodnje in uporabe fosilnega goriva. Ocenite, katero od goriv najmanj negativno vpliva na ljudi in okolje.

**RV3 – Aktivnost:** Izvedite analizo življenjskega cikla za uporabo različnih alkoholov (npr. metanola, etanola) pri proizvodnji in uporabi biodizla in življenjskega cikla proizvodnje in uporabe fosilnega goriva. Ocenite, katero od goriv najmanj negativno vpliva na ljudi in okolje.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| **UPORABLJENE SNOVI**Katere snovi so bile uporabljene pri izdelavi izdelka in/ali v postopku?  |  |  |
| **PRIPRAVA/PROIZVODNJA**Kako in kje je bil izdelek proizveden? |  |  |
| **DISTRIBUCIJA**Katere distribucijsek poti so bile uporabljene v vsaki fazi življenjskega cikla izdelka? |  |  |
| **UPORABA**Kakšen vpliv ima izdelek in/ali postopek v fazi uporabe, npr. na okolje, kakšna je njegova učinkovitost? |  |  |
| **ODSTRANJEVANJE**Kako ravnamo z izdelkom po uporabi? |  |  |
| **DRUGE UGOTOVITVE/OPOMBE** |  |  |
| **NAJPRIMERNEJŠE GORIVO S TRAJNOSTNEGA VIDIKA** |  |
| **VIRI** |  |

Morda vas bo zanimalo tudi vrednotenje eksperimentalnega dela Sinteza biodizla iz rastlinskih olj z metriko zelene kemije. Navodila najdete v Delovnem listu za učence - 2. del.

### Rezultati in RAZPRAVA

Skladno z zastavljenim raziskovalnim vprašanjem organizirajte, interpretirajte in predstavite rezultate eksperimentalnega dela s pomočjo tabel, grafov in/ali diagramov. V predstavitev rezultatov eksperimentalnega dela vključite tudi analizo življenjskega cikla izdelka in/ali postopka ter ugotovitve vrednotenja eksperimentalnega dela z metriko zelene kemije (glejte Delovni list za učence – 2. del).

### ZAKLJUČEK

Povzemite in ovrednotite rezultate eksperimentalnega dela.

# Delovni list za učence - 2. del

## Vrednotenje eksperimentalnega dela z metriko zelene kemije

Ovrednotite eksperimentalno delo *Sinteza biodizla iz rastlinskih olj* z metriko zelene kemije. Pri tej aktivnosti boste:

1. identificirali morebitne nevarne lastnosti snovi pri eksperimentalnem delu s pomočjo varnostnih listov in spoznali pomen stavkov o nevarnostih (H-stavki) in previdnostnih stavkov (P-stavki);
2. preučili izpolnjevanje principov zelene kemije pri eksperimentalnem delu;
3. izdelali zeleno zvezdo, s katero boste predstavili rezultate izpolnjevanja principov zelene kemije pri eksperimentalnem delu.

Sledite navodilom in si pri aktivnosti pomagajte tudi s prilogami 1-4.

### 1. IDENTIFIKACIJA MOREBITNIH NEVARNIH LASTNOSTI SNOVI PRI EKSPERIMENTALNEM DELU

1. V prvi stolpec Tabele 1 zapišite vse snovi, s katerimi se srečate tekom eksperimentalnega dela.
2. Za vsako snov poiščite varnostni list in v drugi stolpec Tabele 1 zapišite kode stavkov o nevarnosti.
3. S pomočjo Priloge 2 "Kriteriji za razvrščanje nevarnih lastnosti snovi (KRNS)” pridobite točke (T), ki se nanašajo na morebitne nevarnosti za zdravje, okolje in fizikalne nevarnosti vsake od snovi pri eksperimentalnem delu. Točke zapišite v ustrezen stolpec v Tabeli 1 (tretji/četrti/peti). V kolikor določena snov ni nevarna, zanjo zapišite točko 1.

Tabela 1: Nevarne lastnosti snovi pri eksperimentalnem delu *Sinteza biodizla iz rastlinskih olj*.

|  | Koda stavka o nevarnosti | KRNS [T]\* povezani z določeno vrsto nevarnosti |
| --- | --- | --- |
| Nevarnosti za zdravje | Nevarnosti za okolje | Fizikalne nevarnosti |
| **Reagenti** |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| **Topila in pomožne snovi** |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| **Produkti** |
|  |  |  |  |  |
| **Odpadki**  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

\* Točke (T), dodeljene za določeno vrsto nevarnosti lahko znašajo od 1 (najmanjša nevarnost) do 3 (največja nevarnost).

### 2. IZPOLNJEVANJE PRINCIPOV ZELENE KEMIJE PRI EKSPERIMENTALNEM DELU

1. Pri izpolnjevanju Tabele 2 si pomagajte s Prilogo 4 “Kriteriji izpolnjevanja principov zelene kemije pri eksperimentalnem delu (KPZK)”.
2. Določite smiselno število principov zelene kemije, ki jih boste upoštevali pri vrednotenju eksperimentalnega dela z vidika zelene kemije (npr. 6 ali 10 principov).
3. Število doseženih točk (T) pri izpolnjevanju principov zelene kemije pridobite s pomočjo Prilog 2-4. Za vsak princip je mogoče zbrati 1 (dosežen princip) do 3 (nedosežen princip) točke. Kjer točk ni mogoče ali ni smiselno določiti, zapišite X.

Tabela 2: Izpolnjevanje principov zelene kemije za izdelavo zelene zvezde eksperimentalnega dela *Sinteza biodizla iz rastlinskih olj*.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 12 principov zelene kemije | KPZK [T]  | Opis (izbirno) |
| P1 – Preprečevanje nastajanja odpadkov |  |  |
| P2 – Atomska ekonomičnost\* |  |  |
| P3 – Varnejša kemijska sinteza\* |  |  |
| P4 – Izbor sinteznih strategij za zmanjšanje toksičnosti vseh uporabljenih snovi \*\* |  |  |
| P5 – Uporaba bolj varnih topil in pomožnih snovi |  |  |
| P6 – Večja energetska učinkovitost |  |  |
| P7 – Uporaba obnovljivih surovin in materialov |  |  |
| P8 – Izogibanje dodatnim pretvorbam\* |  |  |
| P9 – Uporaba katalizatorjev\* |  |  |
| P10 – Uporaba snovi, ki se po uporabi razgradijo |  |  |
| P11 – Analiza v realnem času za preprečevanje onesnaževanja\*\* |  |  |
| P12 – Zmanjšati možnost nesreč |  |  |

\* Izpolniti pri upoštevanju 10 ali 12 principov.
\*\* Izpolniti pri upoštevanju 12 principov.

### 3. IZDELAVA ZELENE ZVEZDE

Z izdelavo zelene zvezde predstavite rezultate vrednotenja eksperimentalnega dela s principi zelene kemije (nanašajoč se na aktivnost pri 2. točki ''Izpolnjevanje principov zelene kemije pri eksperimentalnem delu'').

1. V kolikor izpolnjujete ta delovni list v tiskani obliki, ustrezno pobarvajte krake zvezde na sliki 1. Krak zvezde, ki ustreza določenemu principu zelene kemije (npr. P1, P2, P3 itd.), obarvajte glede na podatke zbrane v Tabeli 2.
2. V kolikor izpolnjujete ta delovni list v elektronski obliki, si lahko pri izdelavi zelene zvezde pomagate s Prilogo 1 (Excel datoteko) in izdelano sliko zelene zvezde nato vstavite v ta Wordov dokument.
	* Odprite prilogo 1 (Excel dokument) in izberite zavihek “Zelena zvezda (10 principov)”.
	* Podatke zbrane v Tabeli 2 vstavite v ustrezna polja, ki so obarvana zeleno.
	* Kopirajte sliko zelene zvezde in jo zamenjajte s spodnjo sliko.


Slika 1: Zelena zvezda eksperimentalnega dela *Sinteza biodizla iz rastlinskih olj*.

### 4. RAZMISLEK O REZULTATIH VREDNOTENJA EKSPERIMENTALNEGA DELA Z UPORABO ZELENE METRIKE

Ali bi lahko metanol nadomestili z drugim alkoholom? Ali bi lahko uporabili drug katalizator z manj nevarnimi lastnostmi?

### VIRI

Ribeiro, M. G. T., Costa, D. A. in Machado, A. A. (2010). “Green Star”: a holistic Green Chemistry metric for evaluation of teaching laboratory experiments. *Green Chemistry Letters and Reviews, 3*(2), 149-159. https://doi.org/10.1080/17518251003623376

Ribeiro, M. G. T. in Machado, A. A. (2014). Green star construction. http://educa.fc.up.pt/documentosQV/EV/Construction%20of%20Green%20Star\_6\_points\_GSAI.xlsx