

NAPOMENA 1. Za prikazivanje struktura molekula organskih spojeva koristi se kondenziranim strukturnim formulama ili prikazom veznim crticama, ako nije drugačije navedeno.

PRIJE POKUSA....

Da bi se mogao napraviti Pokus 2, za koji ti trebaju dva od ponuđenih pet organskih spojeva, najprije moraš napraviti Pokus 1 i otkriti iza kojih se slovnih oznaka kriju dva spoja potrebna za Pokus 2. Sretno!

1. U plastičnim bočicama s oznakama **A, B, C, D** i **E** nalaze se otopine organskih spojeva: izopropanola, maleinske kiseline, benzaldehida, D-glukoze i odabranog metil-ketona (ne nužno tim redoslijedom).

1.1. Strukturnim formulama prikaži molekule spojeva čija su imena zadana. Molekulu D-glukoze prikaži Fischerovom projekcijskom formulom, a metil-keon općenitom formulom.

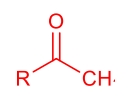
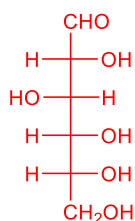
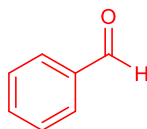
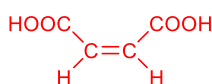
izopropanol

maleinska kiselina

benzaldehyd

D-glukoza

metil-keon



Za svaku točnu strukturnu formulu 0,5 bodova

5×0,5 = 2,5 boda

1.2. Maleinsku kiselinu i D-glukozu imenuj prema pravilima nomenklature IUPAC-a.

cis-butenska dikiselina ili *Z*-butenska dikiselina; (2*R*,3*S*,4*R*,5*R*)-2,3,4,5,6-pentahidroksiheksanal

Za točno ime s odgovarajućom stereokemijskom oznakom 1 bod

2×1 = 2 boda

RJEŠENJA
POKUS 1

Otkrijte koji se spojevi kriju iza oznaka A, B, C, D i E

PRIBOR: stalak, 15 epruveta (epruvete s oznakama **A1, B1 – B2, C1 – C3, D1 – D4, E1 – E4, L**), čaša, 7 plastičnih bočica za dokapavanje

KEMIČALIJE: otopine spojeva **A, B, C, D i E**, otopina joda u organskome otapalu ($w = 0,001$), razrijeđena vodena otopina kalijeva permanganata, vodena otopina natrijeva hidroksida ($w = 0,05$), vodena otopina bakrova sulfata ($w = 0,05$), Lugolova otopina

MJERE OPREZA: Tijekom pokusa potrebno je koristiti se zaštitnim naočalama i rukavicama.

CILJ: Nakon provedenih pokusa, zabilježenih opažanja te na temelju dodatnih pitanja i zadataka otkrij iza kojih se slovni oznaka, **A, B, C, D i E** nalaze odabrani organski spojevi.

NAPOMENA 2: Opažanja vezana uz Pokus 1 zabilježi u Tablicu 1.

KORAK 1.

1.a) U epruvetama s oznakama **A1, B1, C1, D1 i E1** nalazi se otopina joda u organskome otapalu. **Zabilježi boju otopine u Tablicu 1.**

1.b) Dodaj u epruvete s oznakama **A1, B1, C1, D1 i E1** po 5 kapi odgovarajućih otopina spojeva **A, B, C, D i E**. Promućkaj sadržaj epruveta, vrati epruvete na stalak na mjesto na kojemu su prethodno bile i pusti da odstoje 2 – 3 minute uz povremeno protresanje. Promotri sadržaj epruveta i **zabilježi opažanje** u Tablicu 1. Za epruvetu/e u kojoj/kojima nema promjene u odnosu na polaznu otopinu upiši " - ".

KORAK 2. U epruvetama s oznakama **B2, C2, D2 i E2** nalazi se vodena otopina KMnO_4 . Dodaj u epruvete po 5 kapi odgovarajućih otopina spojeva **B, C, D i E**. Protresi sadržaj epruveta i vrati epruvete na stalak na mjesto na kojemu su prethodno bile. U epruvetu **C2** dodaj 1 kap natrijeve lužine. Pusti epruvete da odstoje 2 – 3 minute uz povremeno protresanje i **zabilježi opažanja** u Tablicu 1. Za epruvetu/e u kojoj/kojima nema promjene u odnosu na polaznu otopinu permanganata upiši " - ".

NAPOMENA 3: Prije koraka 3. Pokusa 1 zamoli profesora da donese vruću vodu.

KORAK 3.

3.a) U epruvete s oznakama **C3**, **D3** i **E3** dodaj do donje oznake otopinu CuSO_4 , a do gornje oznake otopinu NaOH . **Zabilježi opažanje.**

3.b) U pripremljene otopine u epruvetama s oznakama **C3**, **D3** i **E3** dodaj po 5 kapi otopina odovarajućih spojeva **C**, **D** i **E**. Protresi sadržaj epruveta, uroni ih u čašu s vrelom vodom i ostavi stajati u vodi 10-ak minuta uz povremeno protresanje sadržaja epruveta. Promotri sadržaj epruveta i **zabilježi opažanja** u Tablicu 1.

KORAK 4.

4.a) U epruvetu s oznakom **L** nalazi se Lugolova otopina. **Zabilježi boju** Lugolove otopine u Tablicu 1. Dodaj Lugolovoj otopini 5 kapi natrijeve lužine. Protresi sadržaj epruvete, uroni je u čašu s vrućom vodom i ostavi stajati 1 – 2 minute. **Zabilježi boju** Lugolove otopine nakon dodatka lužine u Tablicu 1.

4.b) U epruvetama s oznakama **D4** i **E4** nalazi se Lugolova otopina. U svaku epruvetu dodaj po 5 kapi natrijeve lužine i protresi sadržaj epruveta. Zatim u epruvete dodaj 5 kapi odgovarajućih otopina spojeva **D** i **E**. Lagano protresi sadržaj epruveta, uroni ih u čašu s vrućom vodom i ostavi stajati u vodi 5 minuta bez protresanja. Promotri sadržaj epruveta i **zabilježi opažanja** u Tablicu 1. Za epruvetu/e u kojoj/kojima nema promjene u odnosu na lužnatu otopinu iz koraka 4.a) upiši " - ".

TABLICA 1

	A1	B1 – B2	C1 – C3	D1 – D4	E1 – E4
Korak 1.a	žuta otopina				
Korak 1.b	bezbojna otopina	-	-	-	-
Korak 2	×	-	smeđa otopina (smedi talog)	smeđa otopina (smedi talog)	smeđa otopina (smedi talog)
Korak 3.a)	plavi talog				
Korak 3.b)	×	×	crvenkasto-smedi talog	crni talog	crni talog
Korak 4.a)	smeđa otopina			bezbojna otopina	
Korak 4.b)	×	×	×	žuti talog	-

Za svako točno opisano opažanje koje se odnosi na promjenu boje otopine polaznog reagensa ili nastajanja obojenog taloga po 0,5 bodova
12×0,5 boda = 6 bodova

RJEŠENJA

2. U koraku 1. Pokusa 1 kao reagens upotrijebljena je otopina joda u organskome otapalu. Ova otopina, uz otopinu joda u vodi (jodna voda), služi kao dokazni reagens u organskoj kemiji.

2.1. Prisutnost koje se funkcijske skupine u strukturi organskog spoja dokazuje upotrebom otopine joda?

Dokazuje se prisutnost nezasićenih veza ugljik-ugljik (ili dvostrukih i trostrukih veza ugljik-ugljik).

Za točan odgovor

0,5 boda

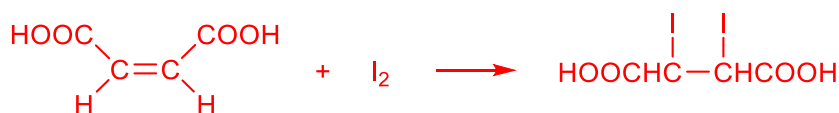
2.2. Koji je od ispitanih spojeva (jedan ili više njih) reagirao s jodom u koraku 1.b)? Na temelju podataka koje si upisao u Tablicu 1 napiši slovne oznake spojeva (ili epruveta).

Spoj s oznakom **A** (ili epruveta s oznakom **A1**).

Za točan odgovor

0,5 boda

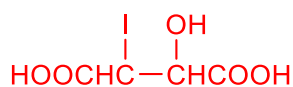
2.3. Jednadžbom kemijske reakcije opiši promjenu koja se dogodila s ispitanim organskim spojem/spojevima u koraku 1.b) Pokusa 1.



Za točno napisanu jednadžbu kemijske reakcije

1 bod

2.4. Ista vizualna promjena u koraku 1.b) Pokusa 1. dogodila bi se i da je umjesto otopine joda u organskome otapalu upotrijebljena jodna voda. Strukturnom formulom prikaži produkt ove reakcije s istim spojem/spojevima kao u zadatku 2.3.



Za ispravnu strukturu produkta

0,5 boda

RJEŠENJA

3. U koraku 2. Pokusa 1 kao reagens upotrijebljena je razrijeđena vodena otopina KMnO_4 .

3.1. Koji je od ispitanih spojeva (jedan ili više njih) reagirao s KMnO_4 ? Na temelju podataka koje si upisao u Tablicu 1 napiši odgovarajuće slovne oznake spojeva (ili epruveta).

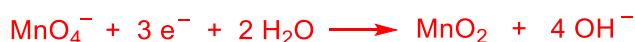
Spojevi s oznakama **C, D i E** (ili epruvete s oznakama **C2, D2 i E2**).

Za točan odgovor

0,5 boda

Napomena: Nema parcijalnog bodovanja.

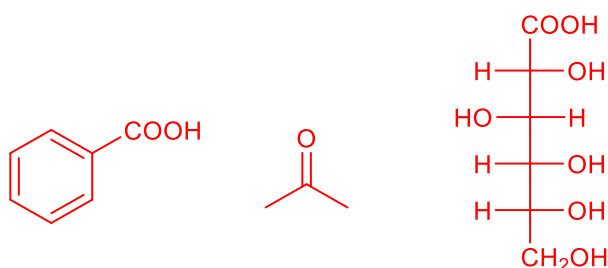
3.2. Napiši jednadžbu oksidacijsko-redukcijske polureakcije koja opisuje promjenu permanganata u koraku 2. Pokusa 1 u svim epruvetama u kojima je došlo do promjene.



Za jednadžbu polureakcije izjednačenu po masi i naboju

1 bod

3.3. Strukturnom formulom prikaži molekulu organskog produkta/produkata nastalih reakcijom KMnO_4 s ispitanim spojevima u koraku 2. Pokusa 1.



Za svaku ispravnu strukturu organskog produkta po 0,5 bodova

$3 \times 0,5 = 1,5$ bod

RJEŠENJA

4. U koraku 3. Pokusa 1 za reakciju s ispitanim spojevima upotrijebljen je reagens koji je pripremljen miješanjem vodenih otopina CuSO_4 i NaOH .

4.1. Jednadžbom kemijske reakcije opiši promjenu koja se dogodila u koraku 3.a) Pokusa 1. Navedi agregacijska stanja svih sudionika reakcije.



ili



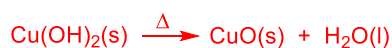
Za jednadžbu kemijske reakcije izjednačenu po masi i naboju

1 bod

Za ispravna agregacijska stanja reaktanata i produkata

0,5 boda

4.2. Reagens nastao reakcijom u koraku 3.a) termički je nestabilan. Nastajanje produkta termičkog raspada pripremljenog reagensa uočava se u koraku 3.b) Pokusa 1 tijekom zagrijavanja sadržaja nekih epruveta. Jednadžbom kemijske reakcije opiši termički raspad reagensa dobivenog u koraku 3.a) i navedi agregacijska stanja svih sudionika reakcije.



Za jednadžbu kemijske reakcije izjednačenu po masi i naboju

1 bod

Za točna agregacijska stanja reaktanata i produkata

0,5 boda

4.3. Navedi kemijsko ime produkta termičkog raspada reagensa dobivenog u koraku 3.a).

Bakrov(II) oksid.

Za točno ime

0,5 boda

4.4. U kojoj je od epruveta (jednoj ili više njih) u koraku 3.b) uočeno nastajanje produkta termičkog raspada reagensa pripremljenog u koraku 3.a)? Na temelju podataka koje si upisao u Tablicu 1. napiši odgovarajuće slovne oznake spojeva (ili epruveta).

Spojevi **D** i **E** (ili epruvete s oznakama **D3** i **E3**).

Za točan odgovor

0,5 boda

Napomena: Nema parcijalnog bodovanja.

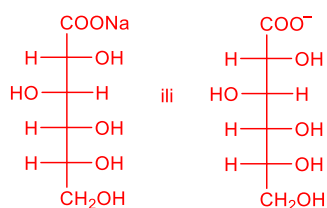
4.5. Reagens pripremljen u koraku 3.a) specifično reagira s jednom skupinom organskih spojeva, uz uvjet da je u molekuli tog spoja na atomu ugljika uz karakterističnu funkcijsku skupinu vezan barem jedan atom vodika. Koji je od ispitanih spojeva (jedan ili više njih) reagirao s ovim reagensom u koraku 3.b)? Navedi njegovo ime.

D-glukoza ili glukoza.

Za točan odgovor

0,5 boda

4.6. Strukturnom formulom prikaži strukturu produkta/produkata reakcije reagensa pripremljenog u koraku 3.a) s ispitanim spojevima u koraku 3.b) Pokusa 1.



Za točnu strukturu produkta

0,5 boda

RJEŠENJA

5. U koraku 4. pokusa 1 za reakciju s ispitanim spojevima upotrijebljena je Lugolova otopina.

5.1. Što je prema kemijskom sastavu Lugolova otopina?

Vodena otopina joda i kalijeva jodida ili vodena otopina kalijeva trijodida.

Za točan odgovor

0,5 boda

5.2. Pozitivan test s Lugolovom otopinom u lužnatim uvjetima daju organski spojevi u čijim je molekulama na ugljikov atom C=O skupine vezana metilna skupinu kao i oni spojevi čijom oksidacijom u reakcijskim uvjetima u kojima se provodi test nastaje ovaj strukturni motiv.

a) Navedi ime spoja koji u koraku 4.b) daje pozitivan test s Lugolovom otopinom u lužnatim uvjetima.

Izopropanol.

Za točno ime

0,5 boda

b) Koji bi još od organskih spojeva upotrijebljenih u Pokusu 1 mogao dati pozitivan test s Lugolovom otopinom u lužnatim uvjetima?

Metil-keeton.

Za točno ime

0,5 boda

5.3. Jedan od organskih produkata testa s Lugolovom otopinom u lužnatim uvjetima jest spoj X u kojemu je maseni udio joda 96,7 %. Na temelju izračuna odredi relativnu molekulsku masu i molekulsku formulu spoja X.

$$w(\text{jod}, \text{X}) = A_r(\text{jod}) / M_r(\text{X}, 1 \times \text{jod})$$

$$M_r(\text{X}, 1 \times \text{jod}) = A_r(\text{jod}) / w(\text{jod}, \text{X}) = 131,23$$

$$M_r(\text{X}, 1 \times \text{jod}) - A_r(\text{jod}) = 131,23 - 126,9 = 4,33$$

$$4,33 \times 3 = 12,99 \rightarrow M_r(\text{CH})$$

$$M_r(\text{X}, 3 \times \text{jod}) = 131,23 \times 3 = 393,69$$

Molekulska formula: CHI₃.

Za točan izraz za maseni udio joda u spoju

0,5 boda

Za točno izračunatu M_r spoja koji sadrži jedan atom joda

0,5 boda

Za točno izračunatu M_r spoja koji sadrži tri atoma joda

0,5 boda

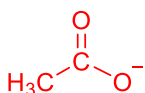
Za točnu molekulsku formulu spoja X

0,5 boda

Napomena: Priznaju se i druga smisljena rješenja.

5.4. Strukturnom formulom prikaži molekulu organskog produkta koji uz produkt iz zadatka

5.3. nastaje pri pozitivnom testu s Lugolovom otopinom u lužnatim uvjetima u koraku 4.b) Pokusa 1.



Za točnu strukturu produkta

0,5 boda

RJEŠENJA

6. Na temelju rezultata dobivenih u Pokusu 1 i odgovora na postavljena pitanja upiši pored oznaka **A**, **B**, **C**, **D** i **E** imena odgovarajućih kemijskih vrsta upotrijebljenih u ovome pokusu: izopropanol, maleinska kiselina, benzaldehid, D-glukoza i metil-ke-ton.

A: maleinska kiselina

B: metil-ke-ton

C: D-glukoza

D: izopropanol

E: benzaldehid

Za svako točno ime po 0,5 bodova

5×0,5 = 2,5 boda

NAPOMENA 4: Prije početka Pokusa 2 pozovi profesora koji će provjeriti odgovor na zadatak 6 i dati reaktante za Pokus 2.

POKUS 2

PRIBOR: stalak, visoka epruveta sa staklenim čepom (oznaka 1), 2 epruvete (oznake 2 i 3), stakleni lijevak, filtrirni papir, 3 plastične bočice za dokapavanje (benzaldehyd, metil-eton, natrijeva lužina), stakleni štapić, spatula

KEMIČALIJE: benzaldehid, metil-eton, metanol, vodena otopina natrijeva hidroksida ($w(\text{NaOH}) = 0,05$), razrijeđena vodena otopina kalijeva permanganata

MJERE OPREZA: Tijekom pokusa potrebno je koristiti se zaštitnim naočalama i rukavicama.

CILJ: Provesti reakciju benzaldehida i metil-ketona u lužnatom mediju.

NAPOMENA 5: Opažanja vezana uz Pokus 2 bilježi u Tablicu 2.

KORAK 1. U visokoj epruveti 1 u kojoj se nalazi metanol dodaj 5 kapi benzaldehida i protresi sadržaj epruvete. Zatim u epruvetu dodaj 5 kapi metil-ketona i protresi sadržaj epruvete. Do gornje oznake na epruveti uz stijenku epruvete dodaj natrijevu lužinu i ponovno protresi sadržaj epruvete. **Zabilježi opažanje** vezano uz boju otopine.

KORAK 2. Začepi epruvetu 1 i sadržaj u epruveti snažno protresaj 4 – 5 min dok ne uočiš vidljivu promjenu. Odloži epruvetu u stalak i pusti da odstoji 2 – 3 minute. **Zabilježi opažanja.**

KORAK 3. Uz uborabu staklenog štapića pažljivo profiltriraj sadržaj epruvete 1 preko staklenog lijevka sa stožastim filtrirnim papirom u epruvetu 2. Ostavi stajati nekoliko minuta.

KORAK 4. U epruvetu 3 nalazi se vodena otopina kalijeva permanganata. Spatulom uzmi malo taloga s filtrirnog papira, prenesi u epruvetu 3 i protresi sadržaj epruvete. **Zabilježi opažanje** vezano uz promjenu boje otopine.

TABLICA 2

KORAK 1.	bezbojna otopina
KORAK 2.	nastaje talog žuta boja taloga
KORAK 4.	otopina je žuto-smeđe boje (nastaje smečkasti talog)

Za svako točno opisano opažanje koje se odnosi na promjenu boje otopine ili nastajanje obojenog taloga po 0,5 bodova
 $4 \times 0,5 \text{ boda} = 2 \text{ boda}$

NAPOMENA 6: Metil-keton u odgovorima prikazuj općenitom formulom osim kada je to drugačije navedeno.

7.a) U molekulama organskih spojeva vodikovi atomi vezani na atom ugljika, koji je pak vezan za neku elektron-odvlačeću skupinu, relativno su kiseli. U strukturi kojega od organskih spojeva upotrijebljenih u Pokusu 2 nalazimo *kisele* vodikove atome u susjedstvu elektron-odvlačeće skupine?

Metil-keton.

Za točan odgovor

0,5 boda

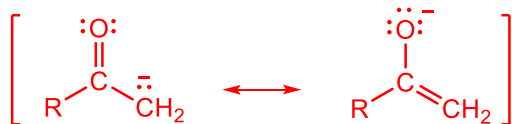
7.b) Jednadžbom kemijske reakcije u ionskome obliku napiši kiselo-baznu reakciju koja se odvija u koraku 1. Pokusa 2.



Za jednadžbu kemijske reakcije izjednačenu po masi i naboju

1 bod

7.c) Nacrtaj rezonancijske strukture karbaniona nastalog kiselo-baznom reakcijom u koraku 1. Pokusa 2.



Za svaku rezonancijsku strukturu po 0,5 boda

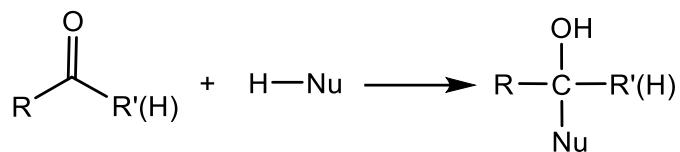
2×0,5 = 1 bod

Za točnu strelicu

0,5 boda

RJEŠENJA

8. Reakcija karakteristična za karbonilne spojeve, aldehide i ketone može se prikazati sljedećom jednačbom:



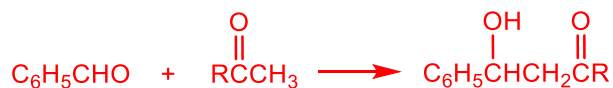
8.a) Navedi naziv mehanizma kojim se odvija prikazana reakcija.

Nukleofilna adicija.

Za točan odgovor

0,5 boda

8.b) Napiši jednačbu kemijske reakcije između benzaldehida i metil-ketona koja se odvija na početku Pokusa 2.



Za jednačbu kemijske reakcije izjednačenu po masi

1 bod

[Zadatak 8: OSTV.____/MAKS.1,5]

9. Nastali produkt iz zadatka 8. podložen je reakciji eliminacije.

9.a) Na temelju kojega koraka u Pokusu 2 možeš zaključiti da je došlo do reakcije eliminacije?

Korak 4.

Za točan odgovor

0,5 boda

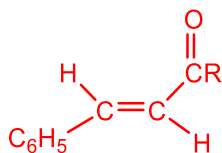
9.b) Navedi ime spoja koji se eliminira ovom reakcijom?

Voda.

Za točan odgovor

0,5 boda

9.c) Strukturnom formulom prikaži organski produkt reakcije eliminacije (stabilniji izomer).



Za točnu strukturu produkta

0,5 boda

[Zadatak 9: OSTV.____/MAKS.1,5]

RJEŠENJA

10. Metil-keton upotrijebljen u Pokusima 1 i 2 industrijski se pripravlja reakcijom katalitičkog dehidrogeniranja jednog od spojeva iz Pokusa 1 uz dodatak metalnih katalizatora.

10.1. Jednadžbom kemijske reakcije prikaži opisanu promjenu.



Za jednadžbu kemijske reakcije izjednačenu po masi

1 bod

10.2. Navedi ime metil-ketona upotrijebljenog u pokusima.

Aceton ili propanon.

Za točno ime

0,5 boda

[Zadatak 10: OSTV.____/MAKS.1,5]

11. Izračunaj molarni omjer reaktanata u Pokusu 2 ako je za reakciju 1,50 mL metil-ketona ($\rho = 0,812 \text{ g/mL}$) utrošeno 4,29 mL benzaldehida ($\rho = 1,04 \text{ g/mL}$) pri čemu su oba reaktanta u potpunosti izreagirala.

$$m(\text{metil-keton}) = \rho V = 1,22 \text{ g}$$

$$m(\text{benzaldehyd}) = \rho V = 4,46 \text{ g}$$

$$n(\text{metil-keton}) = 0,021 \text{ mol}$$

$$n(\text{benzaldehyd}) = 0,042 \text{ mol}$$

$$n(\text{metil-keton}) : n(\text{benzaldehyd}) = 1 : 2$$

Za točne množine metil-ketona i benzaldehida po 0,5 boda

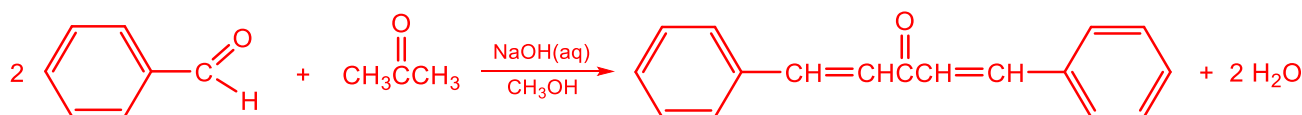
2×0,5 = 1 bod

Za točan molarni omjer

0,5 boda

[Zadatak 11: OSTV.____/MAKS.1,5]

12. Napiši ukupnu jednadžbu kemijske reakcije između metil-ketona i benzaldehida u lužnatim uvjetima u kojoj, nakon eliminacije, nastaje konačni produkt reakcije u Pokusu 2. U jednadžbi se koristi strukturnom formulom metil-ketona koji je upotrijebljen u reakciji.



Za jednadžbu kemijske reakcije izjednačenu po masi

1 bod

[Zadatak 12: OSTV.____/MAKS.1]

13. Kako se naziva kondenzacijska reakcija provedena u Pokusu 2?

Aldolna kondenzacija.

Za točno ime

0,5 boda

[Zadatak 13: OSTV.____/MAKS.0,5]