

Splošna navodila

- Ta izpit vsebuje **9 nalog**.
- Z delom lahko začneš, ko je dan znak **ZAČETEK (START)**. Za dokončanje izpita imaš **5 ur**.
- Vsi rezultati morajo biti s kemičnim svinčnikom zapisani **v ustrezna polja za odgovore na polah za odgovore**. Če potrebuješ prostor za osnutke, uporabi hrbtno stran pol z vprašanji. Ne pozabi, da **odgovori, zapisani zunaj polj za odgovore, ne bodo ocenjeni**. Če ti zmanjka prostora, dvigni kartico za vprašanja.
- Relevantne izračune **zapiši** v ustrezna polja. Vse točke bodo dodeljene za pravilne odgovore le, če je prikazan postopek.
- Pri vprašanjih z izbirnimi odgovori, **če želiš spremeniti odgovor, popolnoma pobarvaj** potrditveno polje in nato poleg njega nariši **ново polje**.
- Uporablaj samo priložena kemični svinčnik in kalkulator.
- Uradna angleška različica izpita je na zahtevo na voljo samo za pojasnila.
- Nadzorniki bodo **30 minut** pred znakom **KONEC (STOP)** podali opozorilo.
- Ko je dan znak **KONEC (STOP)**, moraš takoj prenehati z delom. Če ne prenehaš pisati, se lahko tvoj izpit razveljavi.
- Ko ti nadzornik tako naroči, položi **vse pole** nazaj v ovojnico. Ovojnice **ne zapečati**.
- Svojega delovnega mesta ne smeš zapustiti brez dovoljenja. Če potrebuješ pomoč, dvigni ustrezno kartico za neverbalno sporazumevanje.

		
Potrebujem odmor za stranišče.	Imam vprašanje ali želim uradno angleško različico za pojasnilo.	Potrebujem vodo, prigrizek ali odmor.

Pomeni kartic za neverbalno sporazumevanje.

VELIKO SREČE!

Naloge in informacije o ocenjevanju

	Naslov	Strani z vprašanji	Strani za odgovore	Skupno število točk	Delež
1	Potovanje skozi čas: Avicennove skrivnosti	3	5	25	7
2	Kinetika reakcije Belousov-Žabotinskega	4	6	35	6
3	V svet retikularne kemije	7	5	63	7
4	Jedrska preteklost Uzbekistana	3	4	22	6
5	Kardiolipini	3	4	18	6
6	Ogljikovi nanoobroči	5	6	83	7
7	Fiksacija dušika	4	5	54	7
8	Recikliranje ogljikovega dioksida	5	7	84	7
9	Kemija ciklodekstrinov	4	5	53	7
				Skupaj	60

Theory

Fizikalne konstante in enačbe

Konstante

Avogadrova konstanta	$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Splošna plinska konstanta	$R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Faradayeva konstanta	$F = 96\,485 \text{ C mol}^{-1}$
Planckova konstanta	$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Hitrost svetlobe v vakuumu	$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Masa elektrona	$m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Naboj elektrona	$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Standardni tlak	$P^\circ = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
Ionski produkt vode pri 25 °C	$K_w = 1.00 \times 10^{-14}$
Ničla Celzijeve temperaturne lestvice	$0^\circ \text{C} = 273.15 \text{ K}$
Elektronvolt	$1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$
Vat	$1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$
Coulomb (kulon)	$1 \text{ C} = 1 \text{ A s}$
Nanometer	$1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$
Ångström	$1 \text{ Å} = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$
Tona	$1 \text{ tona} = 1000 \text{ kg}$
Liter	$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$

Theory

Enačbe

Splošna plinska enačba (idealni plin)	$PV = nRT$
Daltonov zakon	$P_i = x_i P$
Beer-Lambertov zakon	$A = \log_{10} \frac{I_0}{I} = \epsilon c l$
Energija fotona	$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$
Toplota in sprememba temperature	$Q = nC_m \Delta T$
Definicija proste entalpije	$G = H - TS$
Standardna prosta entalpija in ravnotežna konstanta	$\Delta_r G^\circ = -RT \ln K$
Odvisnost spremembe entalpije od temperature (pri $\Delta_r C_p = \text{const}$)	$\Delta_r H_{T_2} = \Delta_r H_{T_1} + \Delta_r C_p (T_2 - T_1)$
Odvisnost spremembe entropije od temperature (pri $\Delta_r C_p = \text{const}$)	$\Delta_r S_{T_2} = \Delta_r S_{T_1} + \Delta_r C_p \ln \frac{T_2}{T_1}$
Henderson-Hasselbalchova enačba	$pH = pK_a + \log_{10} \frac{[A^-]}{[HA]}$
Povprečna hitrost reakcije	$r = \frac{\Delta c}{\Delta t}$
Hitrostni zakon	$r = k[A]^x[B]^y$
Arrheniusov zakon	$k = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$
Integrirani hitrostni zakon za reakcijo prvega reda	$c = c_0 e^{-kt}$ $kt = \ln \frac{c_0}{c}$
Razpolovni čas pri reakciji prvega reda	$\tau = \frac{1}{k}$
Integrirani hitrostni zakon za reakcijo n-tega reda ($n \neq 1$)	$kt = \frac{1}{n-1} (c^{1-n} - c_0^{1-n})$ za $n \neq 1$
Koncentracija intermedijata pri zaporedni reakciji: $A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} D$	$[B] = \frac{k_1[A]_0}{k_2 - k_1} (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t})$
Razmerje produktov pri kompetitivnih reakcijah: $A \xrightarrow{k_1} B, A \xrightarrow{k_2} C$	$\frac{[B]}{[C]} = \frac{k_1}{k_2}$
Michaelis-Mentenova enačba	$r_0 = r_{\max} \frac{[S]_0}{K_M + [S]_0}$
Specifična površina	$s = \frac{S}{m}$
Zaporedja: aritmetično (zgoraj) geometrijsko (spodaj)	$a_n = a_1 + d(n-1)$ $a_n = a_1 q^{n-1}$
Vsota geometrijskega zaporedja	$\sum_{k=0}^n a_1 q^k = a_1 \frac{q^{n+1} - 1}{q - 1}$
Prostornina krogle s polmerom r	$V = \frac{4}{3} \pi r^3$
Površina krogle s polmerom r	$S = 4\pi r^2$
Prostornina stožca s polmerom osnovne ploskve r in višino h	$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$
Prostornina valja s polmerom osnovne ploskve r in višino h	$V = \pi r^2 h$

Theory



G0-5

Slovenian (Slovenia)

Vse pline obravnavaj kot idealne.

Pri izračunih ravnotežne konstante so vse koncentracije izražene glede na koncentracijo 1 mol dm^{-3}

DELEGATION PRINT

Periodni sistem elementov

1		2																3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

T1. Potovanje skozi čas: Avicennove skrivnosti

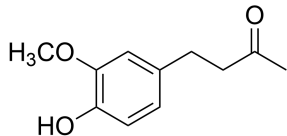
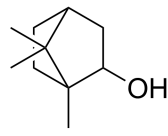
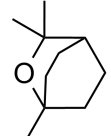
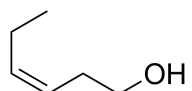
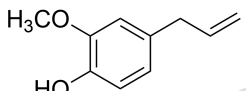
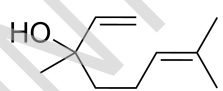
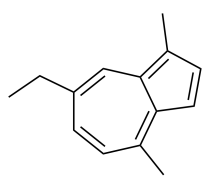
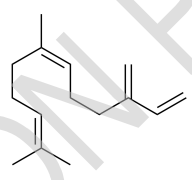
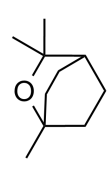
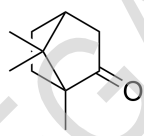
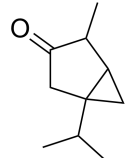
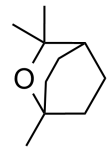
7%						
1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	Σ
3	4	3	4	7	4	25



Kemičarka se je znašla v 11. stoletju, kjer je srečala slovitega zdravnika Avicenna. V Avicennovem laboratoriju je odkrila modri eliksir in skrivnostni rumeni kamen. Prinesla ju je nazaj v leto 2026. Odločena, da razkrije njuno sestavo, je začela raziskovati.

1. del. Modri eliksir

Najprej je sestavila preglednico z imeni štirih rastlin, ki jih je videla v Avicennovem laboratoriju in bi jih lahko uporabil za pripravo eliksirja, ter spojinami, ki jih je mogoče ekstrahirati iz teh rastlin.

Rastline	Spojine, ki jih je mogoče ekstrahirati		
Zingiber			
	1 (C ₁₁ H ₁₄ O ₃)	2 (C ₁₀ H ₁₈ O)	3 (C ₁₀ H ₁₈ O)
Hypericum			
	4 (C ₆ H ₁₂ O)	5 (C ₁₀ H ₁₂ O ₂)	6 (C ₁₀ H ₁₈ O)
Chamomilla			
	7 (C ₁₄ H ₁₆)	8 (C ₁₅ H ₂₄)	3 (C ₁₀ H ₁₈ O)
Artemisia			
	9 (C ₁₀ H ₁₆ O)	10 (C ₁₀ H ₁₈ O)	3 (C ₁₀ H ₁₈ O)

S kromatografijo je ugotovila, da eliksir sestavljajo štiri različne snovi (**X**, **Y**, **Z** in **W**).

Odkrila je, da se **X** lahko v kislem mediju izomerizira v **Y**, katere molekula ima simetrijsko ravnino.

1.1 Identificiraj X in Y.

3.0pt

Kromatografija je razkrila tudi, da je snov **Z** eliksirju dajala modro barvo. **Z** je derivat dobro znane snovi **A**, ki ima dve medsebojno pravokotni simetrijski ravnini. Pri segrevanju se **A** izomerizira v aromatsko spojino **B**, ki ima tri medsebojno pravokotne simetrijske ravnine. Pri kloriranju snovi **Z** v masnem spektru opazimo par vrhov z razmerjem intenzitet 3:1 pri m/z 218 oziroma 220.

1.2 Identificiraj **Z** in nariši strukturi snovi **A** in **B**.

4.0pt

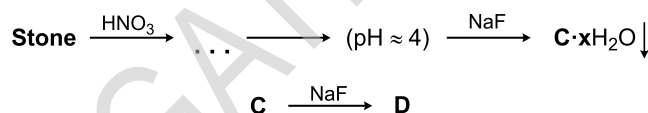
Kemičarka je iz eliksirja ekstrahirala **W**. Ko je **W** dodala vodni raztopini Fe^{3+} , je opazila značilno spremembo barve. Masnospektrometrična analiza snovi **W** je pokazala razmerje intenzitet $[M]^+ : [M + 1]^+ = 9:1$, pri čemer je M molekulski ion. Predpostavite, da je ogljik sestavljen izključno iz ^{12}C in ^{13}C , da je naravna izotopska zastopanost ^{12}C 98.9 % in da so vsi drugi elementi monoizotopni.

1.3 Določi število ogljikovih atomov (n) iz masnospektrometričnih podatkov in identificiraj **W**. Prikaži svoje račune.

3.0pt

2. del. Skrivnostni kamen

Avicenna ji je povedal, da je **kamen** stehiometrična spojina. Raztopila ga je v razredčeni dušikovi kislini. Nato je pH raztopine uravnala na ~ 4 in dodala NaF. Pri tem je nastala oborina **C** · $x\text{H}_2\text{O}$, ki je vsebovala 39.16 mas. % vode. Brezvodna spojina **C** reagira s presežkom NaF in tvori spojino **D**, ki vsebuje 32.85 mas. % natrija in 12.85 mas. % kovine **Q** ter se uporablja pri industrijski proizvodnji kovine **Q**.



1.4 Identificiraj kovino **Q** ter spojini **C** · $x\text{H}_2\text{O}$ in **D**.

4.0pt

Avicenna ji je povedal, da je **kamen** našel v nahajališču premoga. **Kamen** vsebuje anion zelo simetrične kisline **F**. Pri reakciji **F** s P_2O_5 nastane binarna spojina **G**, ki vsebuje 49.98 mas. % kisika in ima trikratno os simetrije. **F** je mogoče pripraviti z oksidacijo spojine **E** s kalijevim permanganatom v kisli raztopini. **E** vsebuje 11.18 mas. % vodika in ima šestkratno os simetrije.



1.5 Nariši strukture spojin **E**, **F** in **G**.

7.0pt

Nato je **kamen** analizirala s termogravimetrično analizo na zraku. Vzorec z maso 10.00 g je začel izgubljati maso pri približno 100°C , pri 200°C pa se je masa ustalila pri 5.75 g. Pri 400°C je opazila drugi padec mase, pri čemer je ostala končna masa 1.50 g spojine **H**, ki je bila pri višjih temperaturah konstantna.

Theory

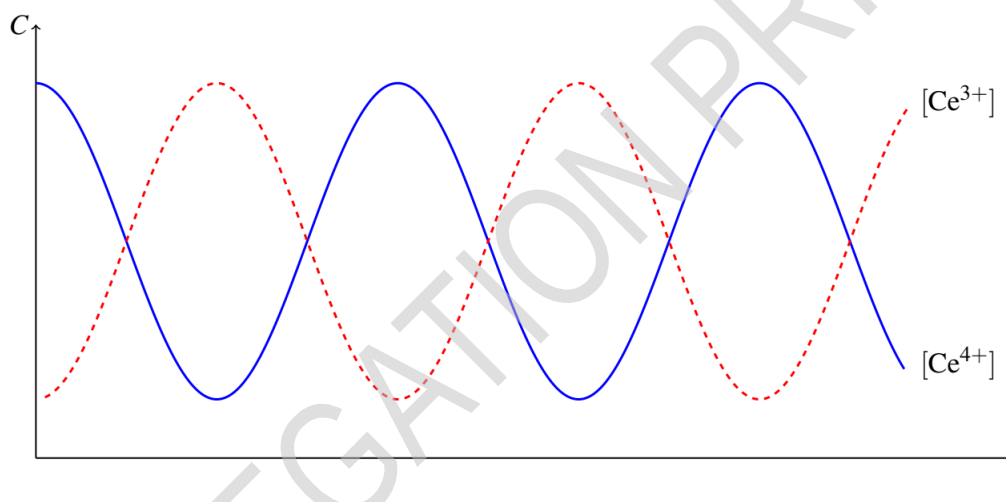
- | | | |
|------------|---|-------|
| 1.6 | Določi kemijski formuli kamna in spojine H z uporabo termogravimetričnih podatkov. | 4.0pt |
|------------|---|-------|

DELEGATION PRINT

T2. Kinetika reakcije Belousov-Žabotinskega

6%							
2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	Σ
2	11	4	2	9	4	3	35

Ko zmešamo KBrO_3 , $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ (malonska kislina, – MA), $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ in H_2SO_4 , koncentracija, C , zvrsti Ce oscilira. Posledično oscilira tudi barva raztopine, in sicer med rumeno (zaradi Ce^{4+}) in brezbarvno (zaradi Ce^{3+}). Spodaj je prikazana shematska slika:



- 2.1** Zapiši urejeno celokupno enačbo reakcije Belousov-Žabotinskega (reakcija BŽ). 2.0pt
Opomba: pri tej reakciji se MA oksidira v CO_2 , BrO_3^- se reducira v Br^- , Ce(IV) pa je katalizator.

Mehanizem reakcije BŽ je prikazan spodaj (BMA – $\text{CHBr}(\text{COOH})_2$):

Proces A	$\begin{cases} (1) \text{HBrO}_2 + \text{BrO}_3^- + \text{H}^+ \xrightarrow{k_1} 2\text{BrO}_2^\cdot + \text{H}_2\text{O} \\ (2) \text{BrO}_2^\cdot + \text{Ce}^{3+} + \text{H}^+ \xrightarrow{k_2} \text{HBrO}_2 + \text{Ce}^{4+} \\ (3) 2\text{HBrO}_2 \xrightarrow{k_3} \text{BrO}_3^- + \text{HBrO} + \text{H}^+ \end{cases}$	$k_1 = 1.0 \times 10^4 \text{ M}^{-2} \text{ s}^{-1}$ $k_2 = 6.2 \times 10^4 \text{ M}^{-2} \text{ s}^{-1}$ $k_3 = 4.0 \times 10^7 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$
Proces B	$\begin{cases} (4) \text{HBrO}_2 + \text{Br}^- + \text{H}^+ \xrightarrow{k_4} 2\text{HBrO} \\ (5) \text{BrO}_3^- + \text{Br}^- + 2\text{H}^+ \xrightarrow{k_5} \text{HBrO} + \text{HBrO}_2 \\ (6) \text{HBrO} + \text{MA} \xrightarrow{k_6} \text{BMA} + \text{H}_2\text{O} \end{cases}$	$k_4 = 2.0 \times 10^9 \text{ M}^{-2} \text{ s}^{-1}$ $k_5 = 2.1 \text{ M}^{-3} \text{ s}^{-1}$ $k_6 = 8.2 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$
Proces C	$(7) \text{Ce}^{4+} + \text{BMA} \xrightarrow{k_7} \text{Ce}^{3+} + \text{Br}^- + \text{drugi produkti}$	$k_7 = 1.0 \times 10^2 \text{ M}^{-1} \text{ s}^{-1}$

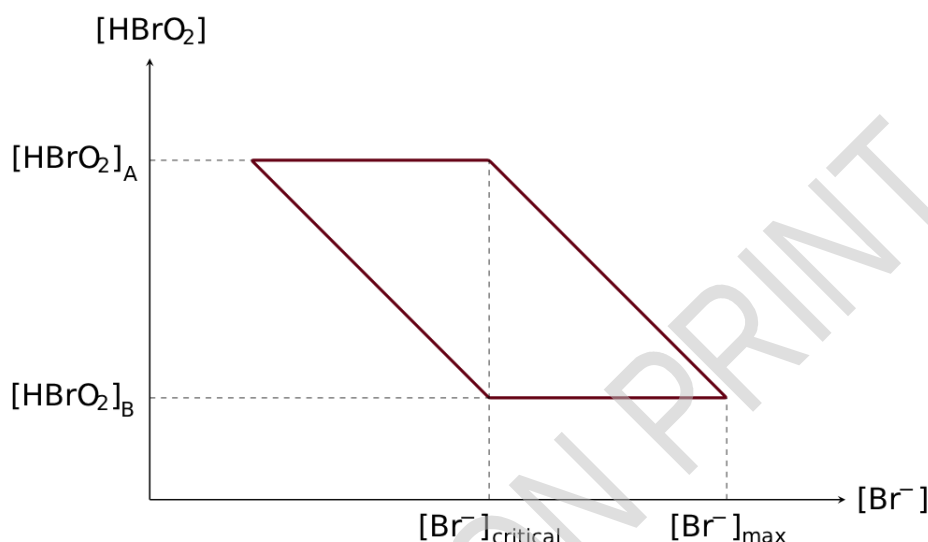
Pri reakciji BŽ **proces C** poteka neprekinjeno, medtem ko se **procesa A** in **B** izmenjujeta. Predpostavi, da:

- je med potekom **procesa A** raztopina rumena, **proces B** pa takrat praktično ne poteka;
- je med potekom **procesa B** raztopina brezbarvna, **proces A** pa takrat praktično ne poteka;
- $[\text{BrO}_3^-]_0 = 0.06 \text{ M}$, $[\text{MA}]_0 = 0.1 \text{ M}$, $[\text{H}^+]_0 = 0.8 \text{ M}$, $[\text{Ce}^{4+}]_0 = 0.001 \text{ M}$;
- so koncentracije reaktantov (razen Ce^{4+}) in pH ves čas reakcije BŽ konstantni.

2.2 Z uporabo približka stacionarnega stanja izračunaj molarni koncentraciji $[\text{HBrO}_2]_{\text{A}}$ in $[\text{HBrO}_2]_{\text{B}}$. 11.0pt

Če ni mogoče izračunati $[\text{HBrO}_2]_{\text{A}}$ in $[\text{HBrO}_2]_{\text{B}}$, lahko pri naslednjih izračunih uporabiš sledeči vrednosti: $[\text{HBrO}_2]_{\text{A}} = 1 \times 10^{-5} \text{ M}$ in $[\text{HBrO}_2]_{\text{B}} = 1 \times 10^{-10} \text{ M}$.

Med reakcijo BŽ koncentraciji HBrO_2 in Br^- oscilirata (se spreminjata) v strogi medsebojni odvisnosti, kar je shematsko prikazano na faznem portretu $[\text{HBrO}_2]$ v odvisnosti od $[\text{Br}^-]$:



Pri tem je $[\text{Br}^-]_{\text{max}}$ največja koncentracija, $[\text{Br}^-]_{\text{critical}}$ pa kritična koncentracija Br^- , pri kateri pride do preklopa procesov iz **A** v **B** ali iz **B** v **A**. Da proces **A** preklopi v proces **B**, mora hitrost elementarne stopnje (4) preseči hitrost elementarne stopnje (1), in obratno.

2.3 Izračunaj $[\text{Br}^-]_{\text{critical}}$.

4.0pt

Če nisi mogli izračunati $[\text{Br}^-]_{\text{critical}}$, pri naslednjih izračunih uporabi vrednost $[\text{Br}^-]_{\text{critical}} = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$.

2.4 V kateri smeri se bosta na faznem portretu $[\text{HBrO}_2]$ vs $[\text{Br}^-]$ koncentraciji $[\text{HBrO}_2]$ in $[\text{Br}^-]$ spreminjali s časom? Označi pravilno polje.

2.0pt

Sistem se po faznem portretu $[\text{HBrO}_2]$ v odvisnosti od $[\text{Br}^-]$ ne giblje s konstantno hitrostjo; koncentracija $[\text{Br}^-]$ namreč počasi pada od $[\text{Br}^-]_{\text{max}} = 7.0 \times 10^{-4} \text{ M}$ do $[\text{Br}^-]_{\text{critical}}$, nato pa skoraj takoj znova doseže $[\text{Br}^-]_{\text{max}}$.

2.5 Na podlagi podatkov izračunaj periodo nihanja, τ , reakcije BŽ. Rezultat podaj v sekundah.

9.0pt

- 2.6 Kaj se bo zgodilo, če v odprtem sistemu, v katerem poteka reakcija BŽ, izvedemo naslednje posege (1-4)? Za vsak primer označi samo eno polje (a-e). 4.0pt

- | | |
|---|--|
| 1. Dodatek majhne količine Ce^{4+} med procesom A. | <div>[a] podaljša proces A</div> <div>[b] podaljša proces B</div> <div>[c] proces A preklopi v proces B</div> <div>[d] proces B preklopi v proces A</div> <div>[e] oscilacije se prekinejo</div> |
| 2. Dodatek majhne količine Ag^+ med procesom B. | |
| 3. Dodatek majhne količine Br^- med procesom B. | |
| 4. Neprekinjeno dodajanje Br^- . | |

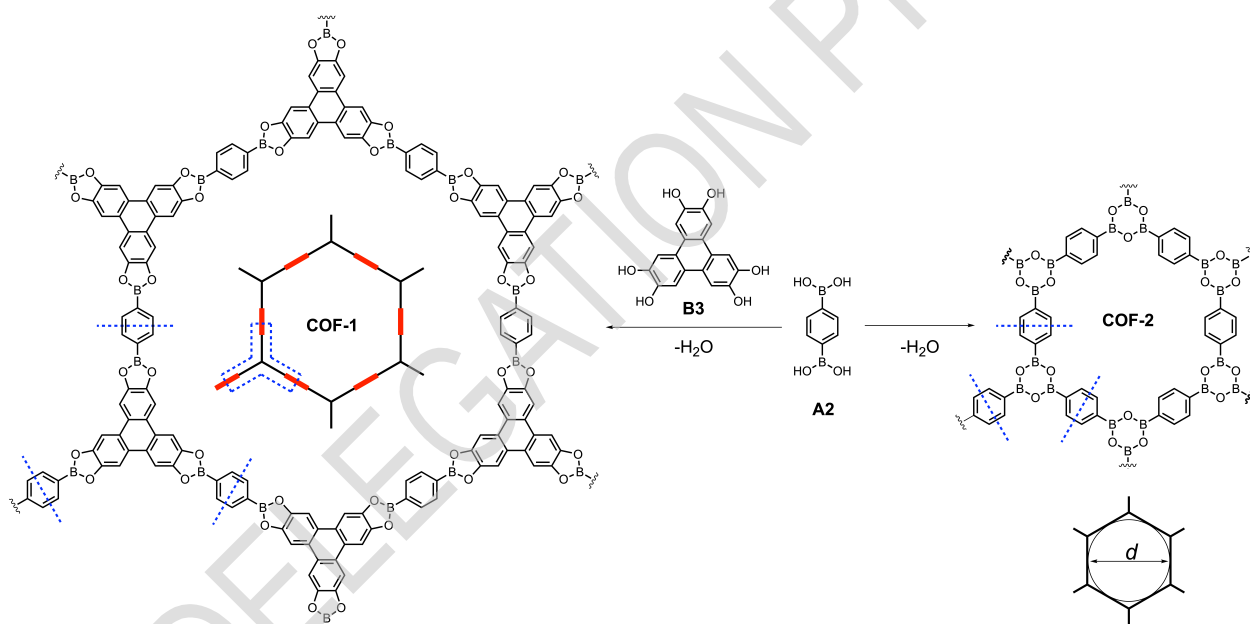
- 2.7 Kateri graf kvalitativno prikazuje hitrost spreminjanja proste entalpije ($\frac{dG}{dt}$) za prtega sistema, v katerem poteka oscilatorna reakcija? Označi pravilno polje. 3.0pt

T3. V svet retikularne kemije

7%							
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	Σ
2	3	23	12	6	12	5	63

Kovalentna organska ogrodja (COF) so razred polimerov, ki z reakcijami med organskimi prekurzorji tvorijo dvo- ali tridimenzionalne strukture, pri čemer nastanejo kovalentne vezi in porozni kristalinični materiali. Na spodnji sliki sta prikazana dva primera dvodimenzionalnih COF satastega tipa, ki nastaneta z boronatnimi estrskimi in boroksinskimi obroči (ponavljajoče se enote so označene s črtkanimi črtami).

Črne in rdeče odebeljene črte predstavljajo različne gradnike na vseh slikah topologij COF.



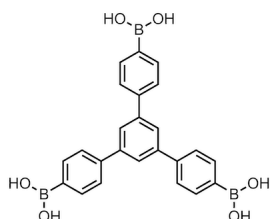
- 3.1** Določi empirično formulo **COF-1** in izračunaj masni delež ogljika (v %, na dve decimalni mesti) v **COF-1**. 2.0pt

3.2 Izračunaj notranji premer, d , v Å, sataste strukture **COF-2** ob naslednjih predpostavkah: 3.0pt

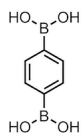
- C-C/C=C (areni) = 1.39 Å
- C-B = 1.56 Å
- B-O = 1.38 Å
- Upoštevaj, da je premer kroga, d , včrtanega v šestkotnik, podan z izrazom $d = \sqrt{3}a$, kjer je a dolžina stranice šestkotnika.
- Zanemari širino povezovalnih enot.

Theory

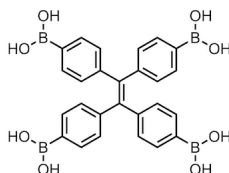
Spodaj prikazane strukture lahko tvorijo dvo- in tridimenzionalna COF. Pri tej nalogi upoštevaj samo nastanek COF z boronatnimi estri, imini in vezmi C=C s kondenzacijskimi reakcijami. **A-D** predstavljajo razrede spojin z različnimi funkcionalnimi skupinami.



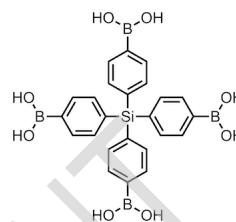
A1



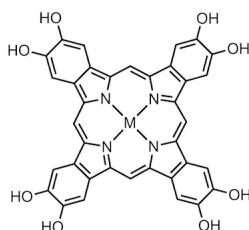
A2



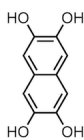
A3



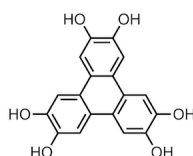
A4



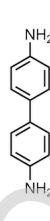
B1



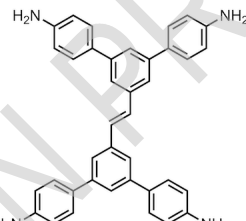
B2



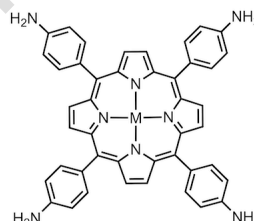
B3



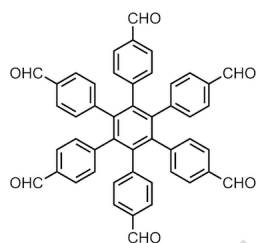
C1



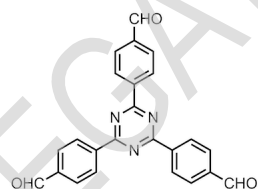
C2



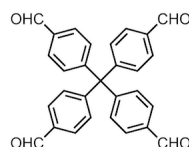
C3



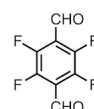
D1



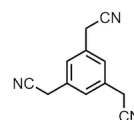
D2



D3



D4



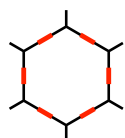
E1



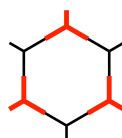
Tetragonal 1



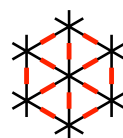
Tetragonal 2



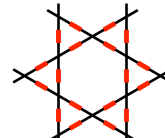
Hexagonal 1



Hexagonal 2



Trigonal



Kagome



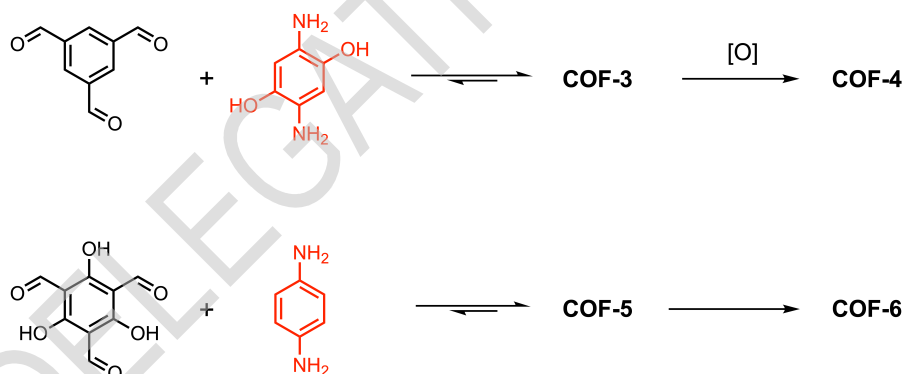
Tetrahedral

Tetragonal pomeni *tetragonalno*, **Hexagonal** pomeni *heksagonalno*, **Trigonal** pomeni *trigonalno*, **Kagome** pomeni *trigonalno in heksagonalno*, **Tetrahedral** pomeni *tetraedrično*.

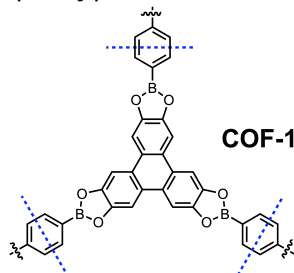
- 3.3** **Izpolni vse celice preglednice** bodisi z novimi primeri kombinacij monomerov, 23.0pt
ki dajejo zgoraj prikazane topologije, bodisi z oznako »XXX«, če si prepričan, da nobena dodatna kombinacija ne ustreza tej topologiji. Ocenjene bodo tako kombinacije kot vnosi »XXX«. Za napačne odgovore, tako kombinacije kot vnose »XXX«, bodo odštete točke. Prazne celice preglednice ne bodo ocenjene.

Tetrago- nalna 1	Tetrago- nalna 2	Heksago- nalna 1	Heksago- nalna 2	Trigo- nalna	Kagome	Tetrae- drična
		A2 + B3	E1 + D2		C2 + D4	

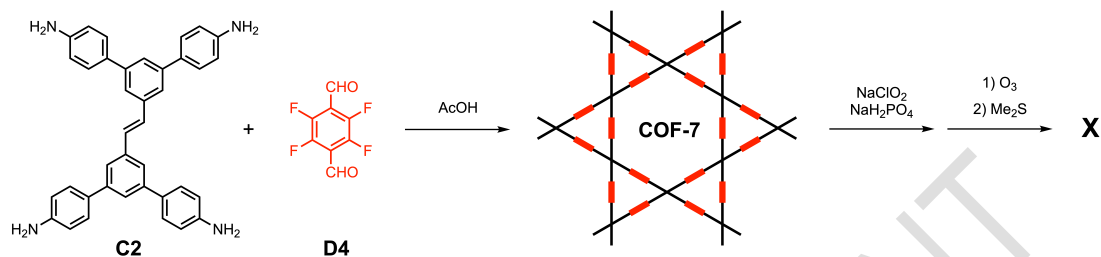
Čeprav je COF na osnovi iminov mogoče zlahka sintetizirati, so občutljiva za hidrolizo pod močno islimi ali bazičnimi pogoji. To lahko preprečimo z dodatkom hidroksilnih skupin aldehydним ali amskim monomerom. IR-spekter **COF-3** je kazal nihanja, značilna za iminsko funkcionalno skupino, medtem ko jih **COF-4** ni. **COF-4** ima drugačno vrsto vezi C=N, elementna analiza pa je pokazala, da je bila edina sprememba glede na **COF-3** izguba dodatnih šestih atomov vodika na ponavljajočo se enoto. **COF-5** se ireverzibilno izomerizira v **COF-6**, ki v svojem IR-spektru ni kazal nihanj iminske skupine.



- 3.4** **Nariši** ponavljajoče se enote za **COF 3-6**. **Označi** robove vsake ponavljajoče se 12.0pt
enote s črtkano črto, kot je spodaj prikazano za **COF-1**.



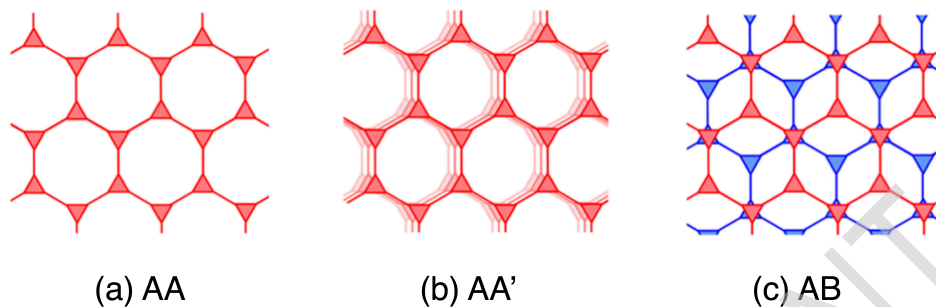
Makrocikel **X** je bil sintetiziran s post-sintetsko modifikacijo **COF-7** (**C2** + **D4**), ki ji je sledila razgradnja.



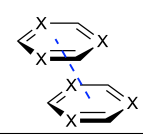
3.5 Nariši najmanjšo ponavljajočo se enoto makrocikla **X**.

6.0pt

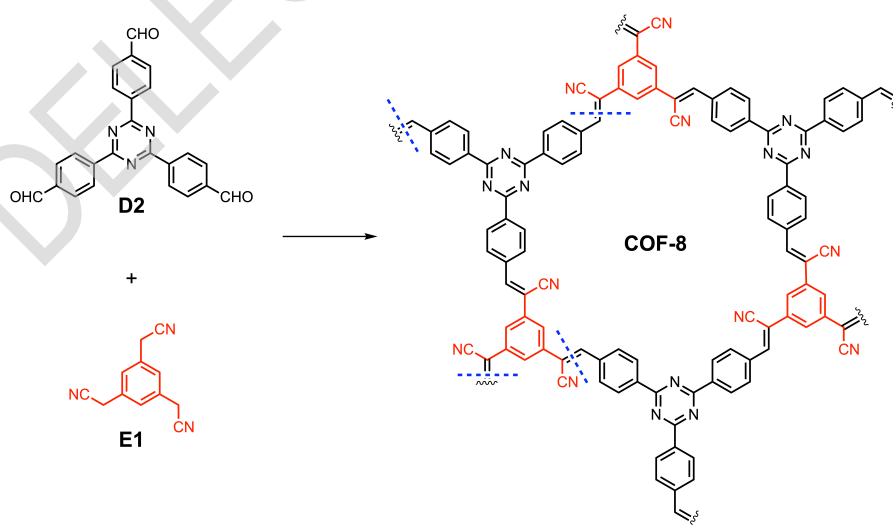
Interakcije π - π povzročajo različne načine zlaganja plasti COF, nekateri izmed njih so prikazani spodaj.



Energija interakcije se lahko glede na geometrijo zlaganja razlikuje, kot je prikazano spodaj.

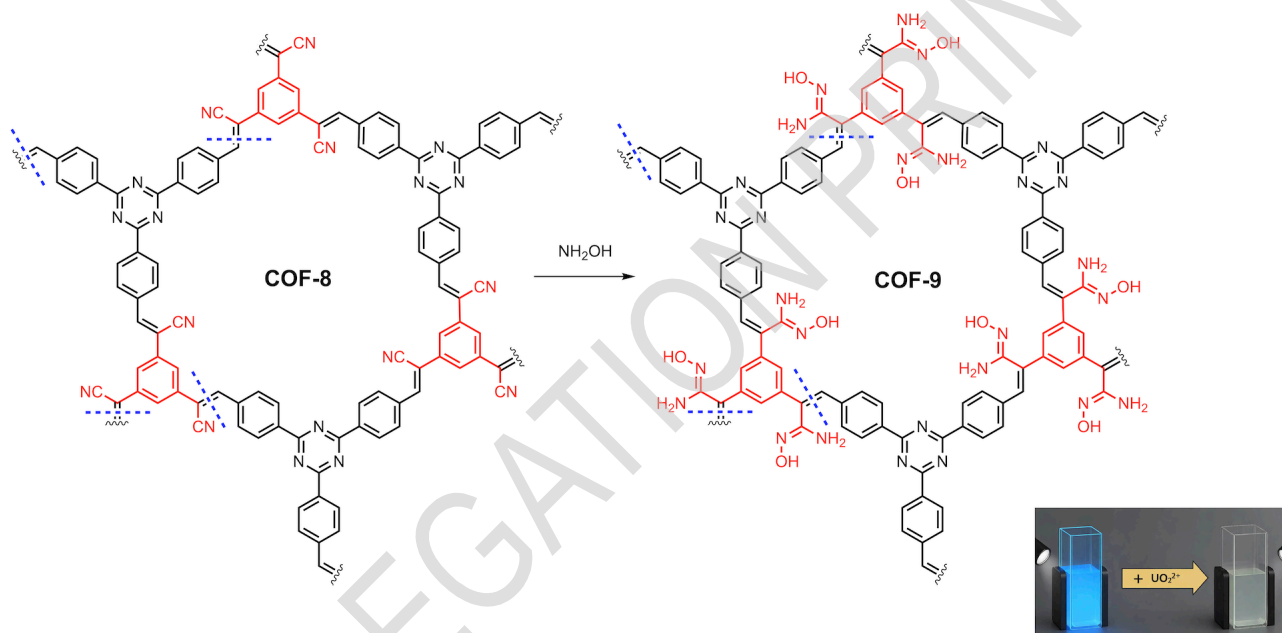
Geometrija interakcije	$E / \text{kJ mol}^{-1}$	
		
benzen ($X = \text{CH}$) – benzen (b-b)	-7.9	-12.6
benzen-triazin ($X = \text{N}$) (b-t)	-49.8	-55.6
triazin-triazin (t-t)	-6.7	-16.7

COF-8, ki ga sintetiziramo iz (**E1** + **D2**), se odlikuje po izjemni stabilnosti. Dvosloj **COF-8** z rahlo zamaknjnimi plastmi **AA'** ima energijo interakcije zlaganja π - π $-67.1 \text{ kJ mol}^{-1}$ med dvema plastema ene ponavljajoče se enote.



- 3.6** Izračunaj energijo nalaganja π - π med dvema plastema ene ponavljajoče se enote **COF-8** za razporeditve **AA**, **AB** in **AB'**. Predpostavi, da nalaganje π - π poteka samo med aromatskimi enotami. 12.0pt

COF-9, pridobljen iz **COF-8**, absorbira ione UO_2^{2+} pri čemer izgubi fluorescenco. V poskusu so, po vzpostavitvi ravnotežja, filtrirali suspenzijo 5.000 mg **COF-9** v raztopini UO_2^{2+} s koncentracijo 19.90 mg dm^{-3} in prostornino 200.0 mL. Končna koncentracija UO_2^{2+} je bila 9.225 mg dm^{-3} .



- 3.7** Izračunaj ravnotežno adsorpcijsko kapaciteto pri dani temperaturi (q_e) v mg g^{-1} za **COF-9**. Navedi število ionov UO_2^{2+} , adsorbiranih na posamezno poro. Predpostavi, da je ves uran prisoten v obliki ionov UO_2^{2+} . 5.0pt

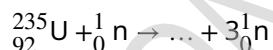
T4. Jedrska preteklost Uzbekistana

6%									
4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	Σ
2	3	3	2	2	2	2	2	4	22

Naravni uran sestavlja predvsem dva izotopa ^{235}U in ^{238}U . ^{235}U omogoča vzdrževanje reakcij jedrske cepitve (fisije).

4.1 Izračunaj atomski (množinski) delež ^{235}U v naravnem uranu ob predpostavki, 2.0pt
da ga sestavlja samo izotopa ^{235}U (235.04 a.u.) in ^{238}U (238.05 a.u.).

Glavna reakcija, ki poteka v jedrskih elektrarnah, je reakcija, pri kateri ^{235}U absorbira nevtron in se cepi, pri čemer se sprosti energija in nastanejo trije dodatni nevtroni, ki tako vzdržujejo verižno reakcijo.

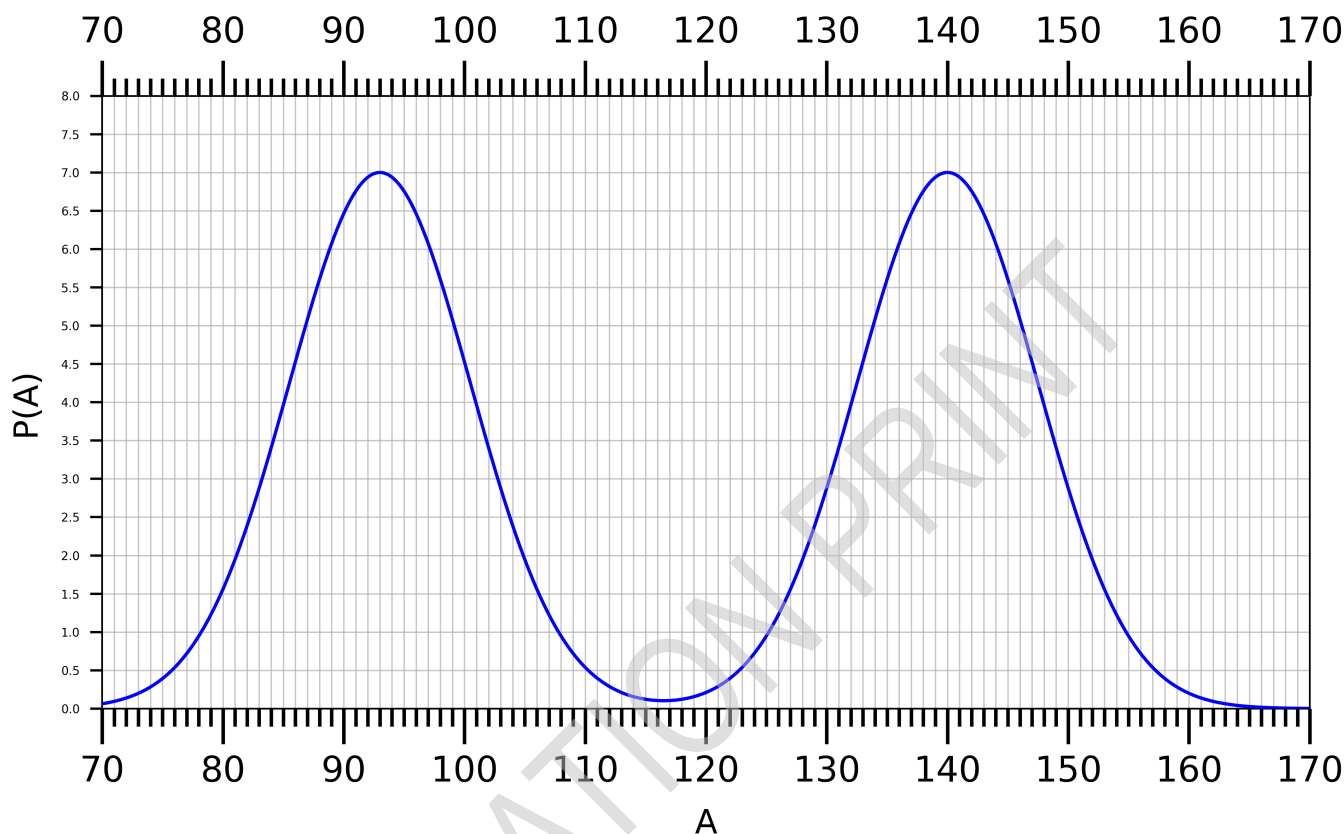


Nevtroni, ki sprožijo verižno reakcijo, nastanejo na več načinov:

- a) z reakcijo ^{11}B z delci α (helijeva jedra) v sredici reaktorja;
- b) z interakcijo žarkov γ z jedri ^2D , prisotnimi v vodi za hlajenje reaktorja;
- c) z reakcijo ^9Be z delci α , ki nastanejo v zunanjem viru nevtronov.

4.2 Zapiši enačbe jedrskih reakcij za **(a)**, **(b)** in **(c)**.

3.0pt



Zgornji graf prikazuje izkoristek, $P(A)$, ki pove, kolikšen odstotek vseh cepitev ^{235}U vodi do nastanka cepitvenih produktov s posameznim masnim številom, A .

4.3 **Zapiši** enačbo najpogostejše jedrske cepitve ^{235}U po absorpciji nevtrona. Elementa, ki nastaneta pri tej reakciji, sta v isti skupini periodnega sistema. 3.0pt

4.4 **Izračunaj** energijo, sproščeno pri tej reakciji (ΔE , MeV), če veš, da je vezavna energija $BE(^{235}\text{U}) = 7.59$ MeV/nukleon, povprečna vezavna energija cepitvenih produktov pa $BE(\text{fis.}) = 8.45$ MeV/nukleon. Zanemari vezavno energijo prostih nevtronov. 2.0pt

Cepitveni nevtroni nastanejo s povprečno energijo 2 MeV in se upočasnjujejo pri številnih trkih z jedri. Po več trkih se njihova hitrost zmanjša, dokler se njihova povprečna kinetična energija ne izenači s kinetično energijo okoliških atomov ali molekul.

Logaritemski energijski dekrement, ξ , predstavlja povprečno zmanjšanje logaritma energije nevtrona pri enem trku:

$$\xi = \ln \left(\frac{E_{\text{initial}}}{E_{\text{final}}} \right)$$

kjer je E_{initial} začetna E_{final} pa končna energija nevtrona pri posameznem trku.

ξ ima za vsako snov konstantno vrednost in ni odvisen od začetne energije nevtrona.

- 4.5** Določi povprečno število trkov, n_c , potrebnih da se nevtron upočasni z 2 MeV na 0.012 eV, pri čemer kot moderator uporabiš vodo. ξ (voda) = 0.948. 2.0pt

Leta 1963 je na plinskem polju *Urtabulak* prišlo do nenadzorovanega izbruha zemeljskega plina iz vrtine, pri katerem so se sproščale ogromne količine gorečega metana.

- 4.6** Izračunaj $\Delta_f H_{298}^\circ$ (kJ mol⁻¹) za reakcijo sežiga enega mola metana pri 298 K. 2.0pt
Predpostavi, da so vsi reaktanti in produkti v plinastem stanju. Uporabi termodinamske podatke iz spodnje tabele.

$\Delta_f H_{298}^\circ(\text{CH}_4)$	-74.8 kJ mol ⁻¹
$\Delta_f H_{298}^\circ(\text{H}_2\text{O, plin})$	-241.8 kJ mol ⁻¹
$\Delta_f H_{298}^\circ(\text{CO}_2)$	-393.5 kJ mol ⁻¹
$C_P(\text{CH}_4)$	35 J mol ⁻¹ K ⁻¹
$C_P(\text{H}_2\text{O, gas})$	34 J mol ⁻¹ K ⁻¹
$C_P(\text{O}_2)$	29 J mol ⁻¹ K ⁻¹
$C_P(\text{CO}_2)$	37 J mol ⁻¹ K ⁻¹

Če pri nalogi 4.6 nisi dobil odgovora, pri nadaljnjih izračunih uporabi $\Delta_f H_{298}^\circ = -750 \text{ kJ mol}^{-1}$.

- 4.7** Izračunaj $\Delta_f H_{2000}$ (kJ mol⁻¹) na mol metana pri 2000 K. Predpostavi, da so vse zvrsti v plinastem stanju. 2.0pt

Če pri nalogi 4.7 nisi dobil odgovora, pri nadaljnjih izračunih uporabi $\Delta_f H_{2000} = -700 \text{ kJ mol}^{-1}$.

Predpostavi, da metan izteka iz vrtine pri 101.325 kPa in 298 K z volumskim pretokom $Q = 2.2 \times 10^5 \text{ m}^3$ na dan, preden se vname.

- 4.8** Izračunaj skupno energijo, sproščeno na dan, E , (v J dan⁻¹) pri popolnem izotermnem zgorevanju metana pri $T = 2000 \text{ K}$ 2.0pt

Uhajanje plina na plinskem polju *Urtabulak* so zaustavili s podzemno detonacijo jedrske bombe z ekvivalentom 30 kiloton TNT, ki je porušila kamnino okoli vrtine in zatesnila izvor uhajanja. Ekvivalent 1 tone TNT ustreza energiji 4.184 GJ.

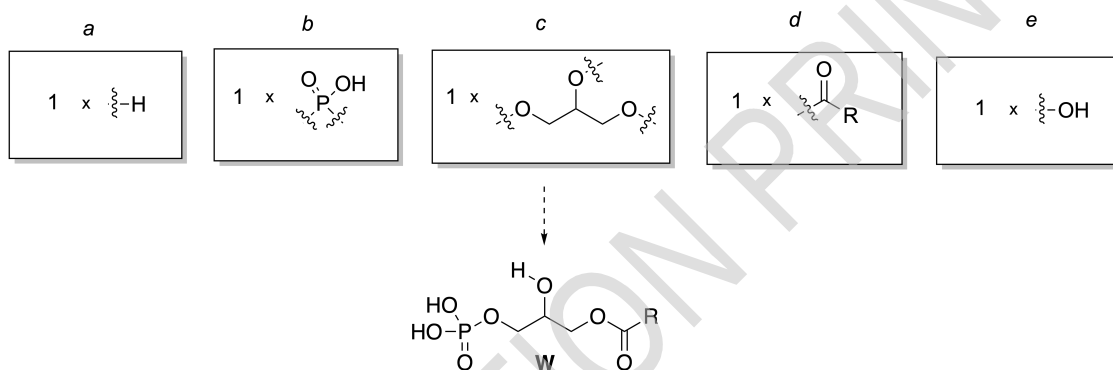
- 4.9** Z uporabo vrednosti iz naloge **4.4** izračunaj skupno število cepitev, TN , med jedrsko eksplozijo. Izračunaj maso, m , obogatenega urana, uporabljenega v eksploziji (v kg), ob predpostavki, da je uran vseboval 90 masnih % izotopa ^{235}U in da se je cepilo 33 % izotopa ^{235}U . 4.0pt

Če pri nalogi 4.4 nisi dobil odgovora, uporabi $\Delta E = 200 \text{ MeV}$.

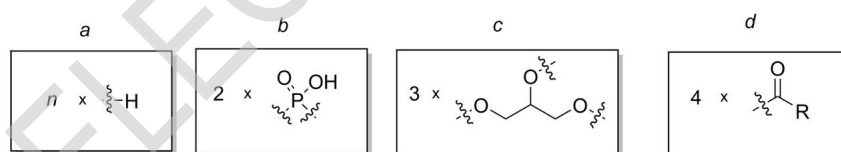
T5. Kardiolipini

6%						
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	Σ
1	6	4	2	2	3	18

Pri tej nalogi moraš biti ustvarjalen in sestavljati molekule iz fragmentov. Če moraš na primer z uporabo fragmentov *a-e* narisati kiralni fosfolipid, kot je **W**, ga lahko sestaviš, kot je prikazano spodaj.



Kardiolipini so družina acikličnih fosfolipidov, ki se razlikujejo po ostankih maščobnih kislin. Bistveni so za proizvodnjo energije in stabilnost membran. Okvare v strukturi lahko povzročijo nekatere bolezni. **PL1** spada v to družino. Neionizirano obliko **PL1** je mogoče sestaviti samo iz strukturnih elementov *a-d* v spodaj navedenih količinah. R je alkilna skupina (ostanek) v strukturi maščobne kisline.



PL1 ne vsebuje peroksidnih vezi.

5.1 Označi eno pravilno trditev o vrednosti *n* (število fragmentov vrste *a*).

1.0pt

- (a) *n* je sodo število,
 (b) *n* je liho število,
 (c) *n* je lahko liho ali sodo število.

Nekateri kardiolipini so kiralne molekule, čeprav imajo štiri enake ostanke maščobnih kislin, kot je to pri **PL1**. En enantiomer **PL1** najdemo pri prokariotih in evkariontih, drugega pa samo pri arhejah. Vsi drugi diastereoizomeri **PL1** so akiralne molekule, saj imajo simetrijsko ravnino. Kiralnosti fosforjevih atomov ne obravnavaj kot stereocentrov.

PL1 je dvoprotonska kislina z enakima kislim skupinama. Njena druga stopnja deprotonacije je manj ugodna ($pK_{a2} \gg pK_{a1}$) zaradi posebne stabilne strukture monoaniona **Y**.

- 5.2** Nariši strukturo enega enantiomera **PL1**. 6.0pt
Nariši strukturo **Y** tako, da prikažeš stabilizacijo, ki pojasnjuje razliko med pK_{a1} in pK_{a2} . Za ostanke maščobnih kislin uporabi okrajšavo R.

Za identifikacijo maščobne kisline (RCOOH) v **PL1**, ki se pretežno pojavlja v srcih sesalcev, so izvedli vrsto poskusov. Pri reduktivni ozonolizi RCOOH nastanejo trije različni organski produkti v ekvimolarnih količinah.

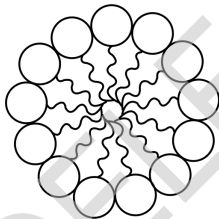
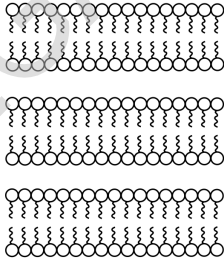
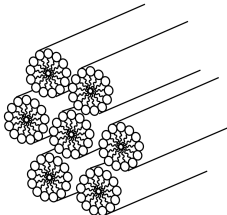
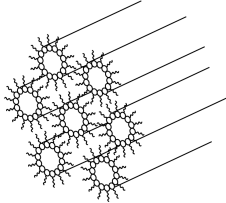
- 5.3** Določi molekulsko formulo maščobne kisline (RCOOH), če neionizirana oblika **PL1** vsebuje skupno 255 vezi σ in π med atomi. Odgovor utemelji z izračuni. 4.0pt
*Če nisi mogel določiti strukturne formule **PL1**, lahko uporabiš fragmente a-d iz 5.1.*

100 g RCOOH reagira s 181.0 g joda. RCOOH na podoben način reagira tudi z **X** in tvori adukt z masnim deležem joda 36.57%.

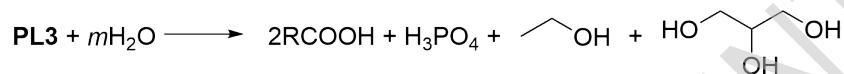
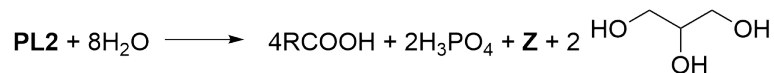
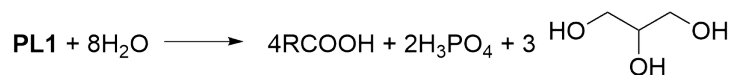
- 5.4** Določi molekulsko formulo **X**. Utemelji odgovor z izračuni. 2.0pt

Fazno obnašanje **PL1** je odvisno od pH. Pri fizioloških pogojih je **PL1** dianion in tvori lamelarno fazo.

- 5.5** Katera lipidna faza nastane iz **PL1**, ko sta oba kislita ostanka protonirana? Upoštevaj, da za rešitev tega vprašanja ni potrebno poznavanje strukture **PL1**. 2.0pt
Označi pravičen odgovor.

			
(a) micelarna	(b) lamelarna (lipidni dvosloj)	(c) heksagonalna	(d) inverzna heksagonalna

Naslednje urejene reakcijske enačbe prikazujejo hidrolizo fosfolipidov **PL1-PL3**:



- Neionizirana oblika **PL2** vsebuje skupno 254 vezi σ in π med atomi. Je kiralna in bolj simetrična molekula kot **PL1**,
- **Z** vsebuje samo C, H in O ter ne reagira s H_2 v prisotnosti katalizatorja,
- fosfolipid **PL3** je pri fizioloških vrednostih pH nabita molekula in obstaja kot par enantiomerov.

5.6 Nariši strukturi **PL2** in **PL3** ter z R označi ostanke maščobnih kislin. Prikaži stereokemijo. 3.0pt

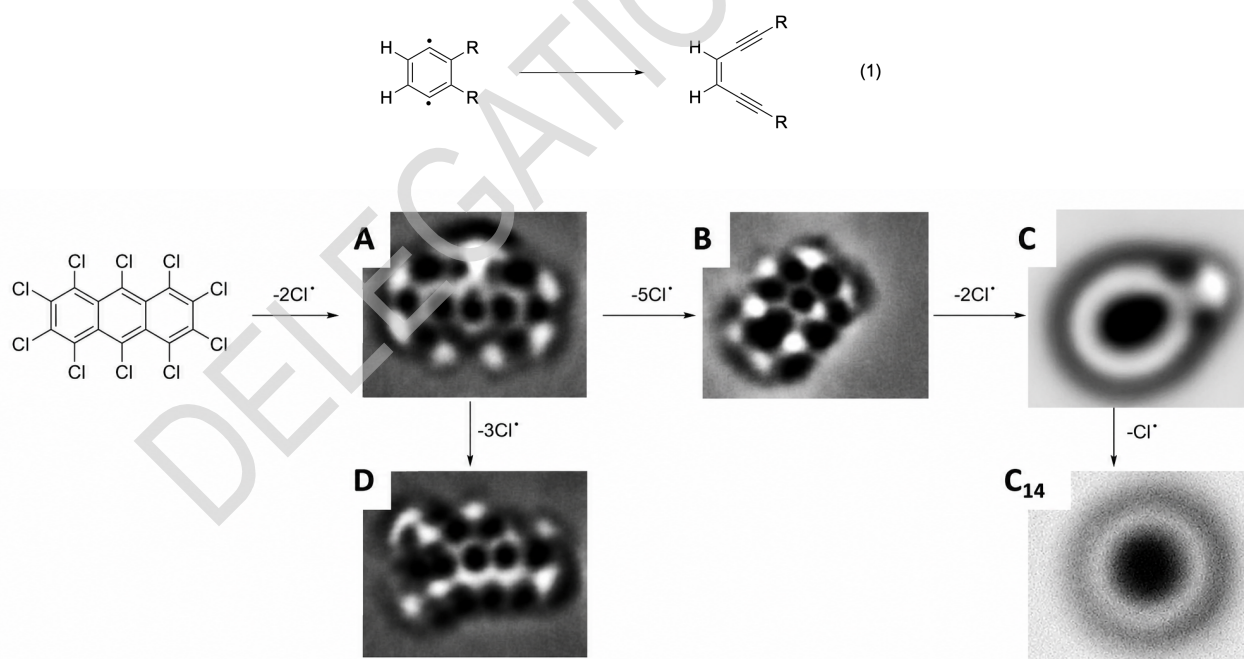
T6. Ogljikovi nanoobroči

7%							
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	Σ
10	11	2	12	24	20	4	83

Leta 2019 so zaznali C_{18} , prvi primer novega razreda ogljikovih alotropov, imenovanih ciklo[n]ogljiki (C_n). Cikloogljiki so monociklične spojine, sestavljene izključno iz ogljika, z veliko napetostno energijo in majhno stabilnostjo. Pripraviti in analizirati jih je mogoče z mikroskopijo na atomsko silo (Atomic Force Microscopy, AFM). Cikloogljiki imajo zanimive aromatske lastnosti, ki izvirajo iz njihovih π -sistemov. C_{13} obstaja v tripletni ($^3C_{13}$, spin $S = 1$) in singletni ($^1C_{13}$, spin $S = 0$) obliki.

- 6.1** Na podlagi Hücklovega pravila izpolni preglednico s številom različnih aromatskih (**A**) in antiaromatskih (**AA**) sistemov π , prisotnih v vsakem izmed C_{18} , C_{16} , $^3C_{13}$ in $^1C_{13}$. **Izpolni vsa prazna polja.** 10.0 pt

Pozneje so ciklo[n]ogljike C_{10} , C_{12} , C_{14} , C_{20} in C_{26} pripravili s kombinacijo dehalogeniranja in retro-Bergmanovih reakcij (1) na površini. Spodaj so prikazane slike AFM, posnete med sintezo C_{14} :

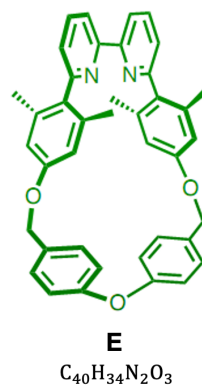
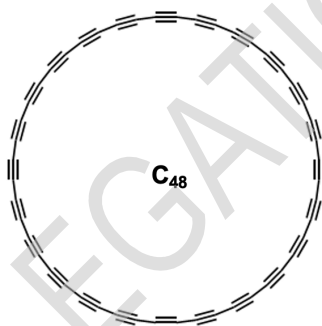


- 6.2** Nariši strukture **B-D**. Upoštevaj, da lahko vsebujejo enega ali več nesparjenih elektronov. Struktura **A** je podana kot primer. 11.0 pt

- 6.3** Pri sintezi C_n z AFM se uporabijo različne električne napetosti. V preglednici so podane energije vezi C-X. **Izberi** možen halogen oziroma možne halogene v halogeniranem reagentu za sintezo C_{18} z retro-Bergmanovo reakcijo pri napetosti 2.5 V, ki deluje na elektrone. 2.0 pt

Vez (C-X)	Energija disociacije vezi / kJ mol^{-1}
C-F	467
C-Cl	346
C-Br	290
C-I	228

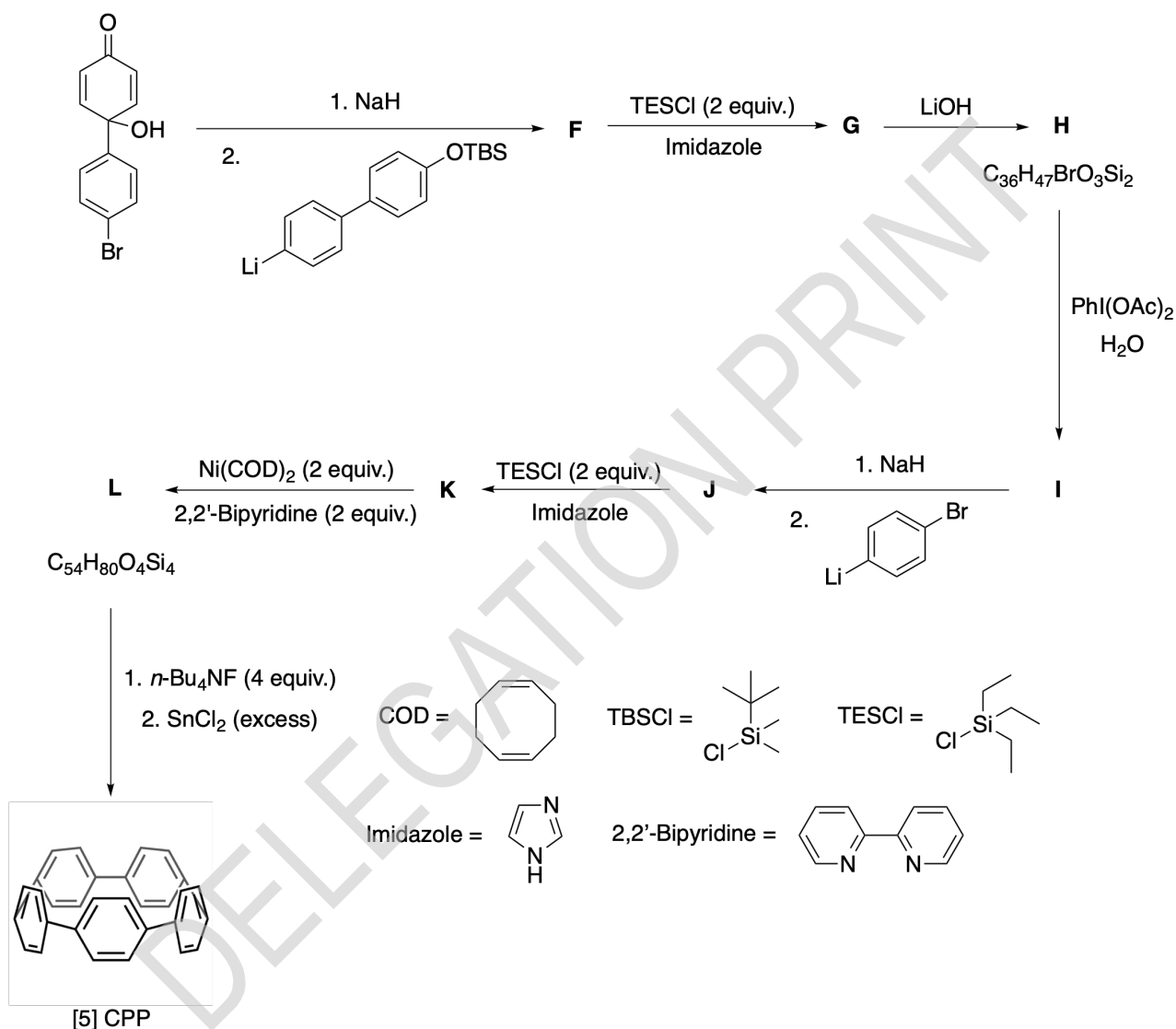
Leta 2025 so sintetizirali prvi razmeroma stabilni ciklo[48]ogljik. Molekulo so stabilizirali s katenacijo (tvorbo medsebojno sklenjenih obročev) z makrociklom **E** in jo prvič karakterizirali z masno spektrometrijo v pozitivnem načinu.



- 6.4** V dobljenem masnem spektru so opazili štiri intenzivne vrhove m/z : 591, 783, 879 in 1174. **Predlagaj** identiteto teh ionov. **Uporabi** celoštevilске atomske mase in **predpostavi**, da ni prišlo do fragmentacije. Ion, ki ustreza $m/z = 591$, je podan kot primer. 12.0 pt

Theory

Cikloparafenilen (CPP) je še ena ciklična molekula z veliko napetostjo, splošno imenovana ogljikov nanoobroč. Spodaj je prikazana sinteza najmanjšega znanega predstavnika, [5]CPP, pri kateri $\text{PhI}(\text{OAc})_2$ deluje kot dvoelektronski oksidant.



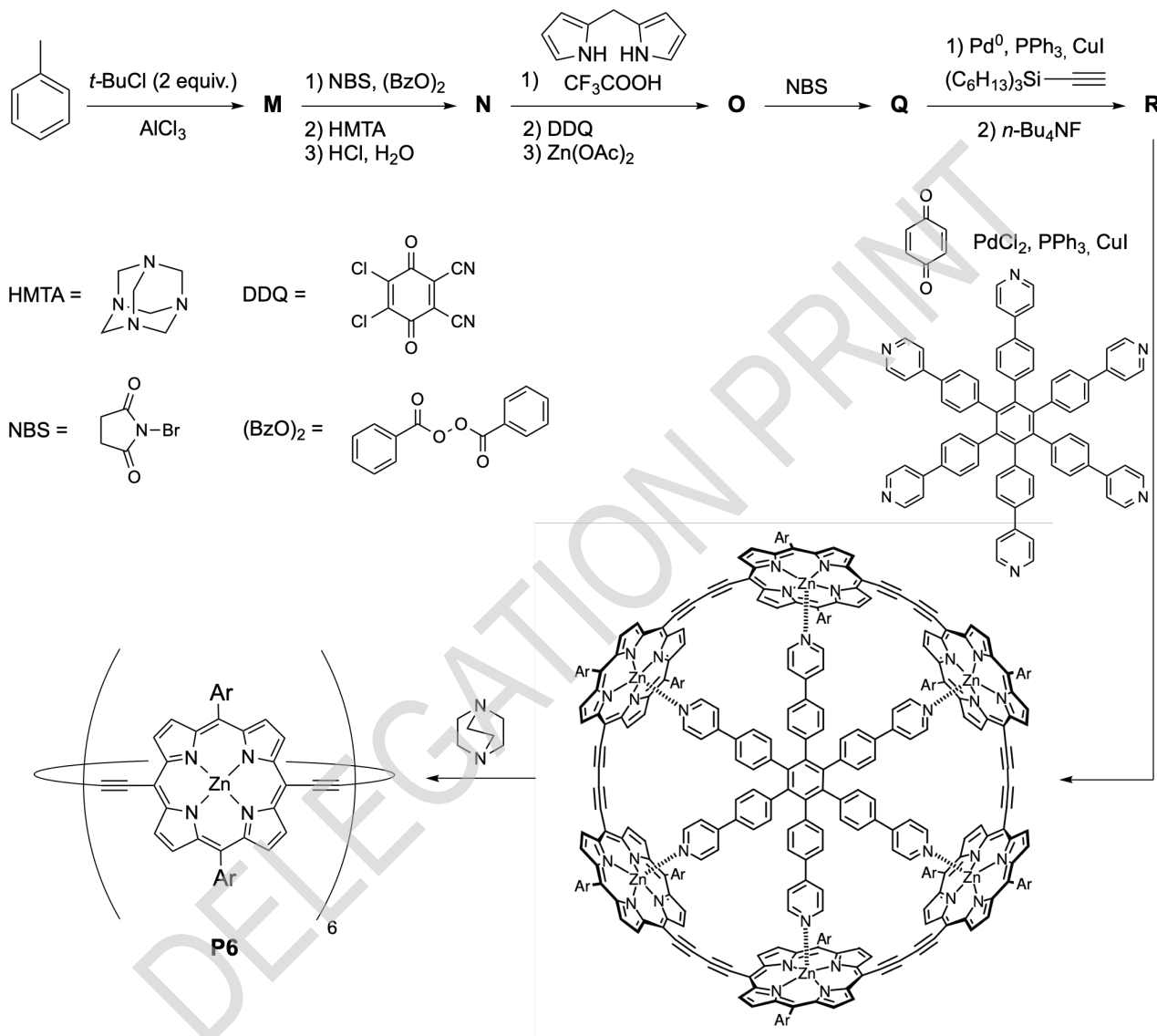
(equiv. = ekvivalent, excess = presežek)

6.5 **Nariši** strukture F-L.

24.0 pt

Theory

Naslednjo generacijo nanotrakov so z metodo templatske (na šabloni) sinteze zgradili iz porfirinskih obročev in trojnih vezi. *Namig:* **M** je termodinamski produkt in ima štiri vrste protonov.

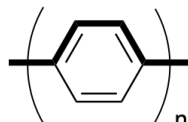


(equiv. = ekvivalent)

6.6 Nariši strukture **M-R**.

20.0 pt

Ko se aromatski obroči povežejo v makrocikel, lahko z oksidacijo ali redukcijo nastane globalna aromatičnost, pri kateri so elektroni π delokalizirani po celotnem makrociklu. Pri tej delokalizaciji sodeluje samo π -sistem, ki tvori neprekinjeno konjugirano pot okoli obroča. $[n]$ CPP lahko na primer z dodatkom ali odvzemom elektronov postanejo globalno aromatski. Število π -elektronov se šteje samo vzdolž spodaj prikazane odebeljene poti.



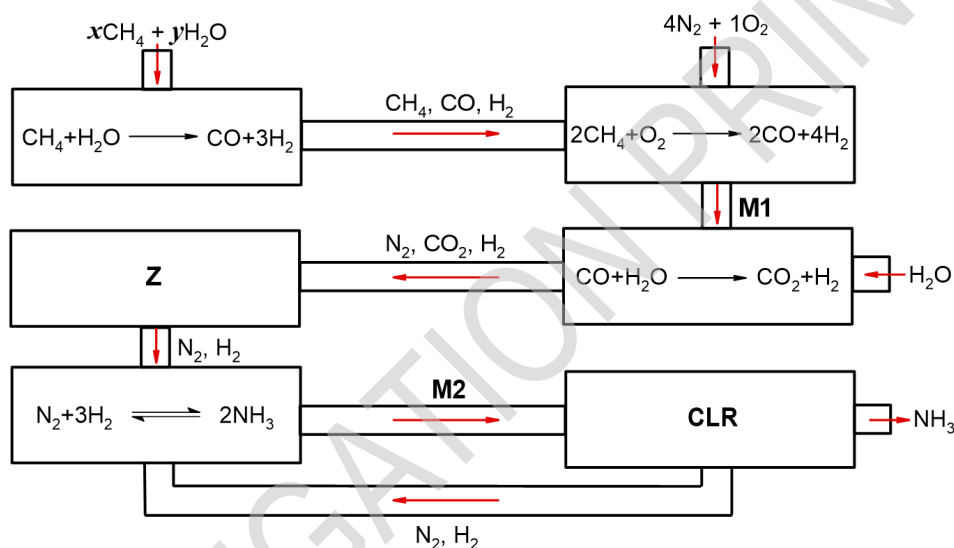
Ko se **P6** oksidira, lahko izkazuje globalno aromatičnost in globalno antiaromatičnost.

- | | | |
|------------|---|--------|
| 6.7 | Na podlagi Hücklovega pravila <u>določi</u> najmanjše število elektronov, $n(e)$, ki jih je treba odvzeti iz P6 , da doseže globalno aromatičnost. <u>Zapiši</u> skupno število π -elektronov, $n(t)$, v globalnem aromatskem sistemu. | 4.0 pt |
|------------|---|--------|

T7. Fiksacija dušika

7%							
7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	Σ
3	8	15	3	6	6	13	54

Haber–Boschev postopek je glavni industrijski postopek za proizvodnjo amonijaka. Na **Sliki 1** je prikazana poenostavljena shema obrata za sintezo amonijaka:



Slika 1: M1 - zmes 1, M2 - zmes 2, Z – CO₂-pralnik, CLR - hladilnik.

Pri sledečih izračunih predpostavi, da so vse reakcije, prikazane na **Sliki 1**, z izjemo nastajanja NH₃, kvantitativne.

- 7.1** Označi pline, ki se nahajajo v **M1** in **M2**, ter označi pravilno razmerje med x in y . 3.0pt

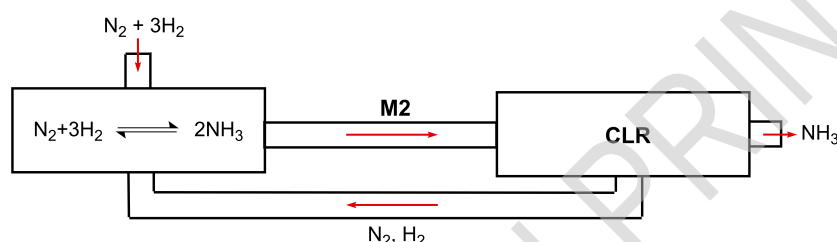
V obratu *Navoiyazot* v Uzbekistanu so zagnali kompleks za proizvodnjo amonijaka z zmogljivostjo 660 000 ton na leto, ki deluje s skupnim izkoristkom 97.0 %.

- 7.2** Izračunaj maso CH₄ (v tonah), ki je letno potrebna za proizvodnjo 660 000 ton amonijaka, če obrat *Navoiyazot* deluje skladno s **Sliko 1**. 8.0pt

Obravnavaj model realnega reakcijskega sistema, ki vključuje recirkulacijo reagentov. Odprti sistem deluje ciklično (Slika 2). Vsak cikel je sestavljen iz štirih korakov:

1. Po vsakem ciklu se v reaktor dovede stehiometrična zmes $N_2 : H_2 = 1 : 3$ s skupno množino n_0 mol.
2. Reakcija poteka s konstantnim izkoristkom $\eta = 0.150$.
3. Amonijak se loči z utekočinjanjem.
4. Nezreagirani plini se vrnejo v reaktor.

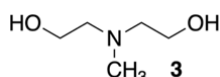
Cikel se ponavlja, dokler ni dosežen zahtevani skupni izkoristek.



Slika 2: M2 – zmes 2, CLR – hladilnik.

- 7.3** a) **Izračunaj** množino dušika, prisotnega v sistemu po 58. ciklu (pred dodatkom 59. odmerka zmesi), če je $n_0 = 4$ mol. **Rezultat podaj** na 4 decimalna mesta. 15.0pt
Namig: potrebuješ formulo za vsoto členov geometrijskega zaporedja.
 b) **Izračunaj** število ciklov, potrebnih za povečanje **skupnega** izkoristka s 15.0 % na 97.0 %.

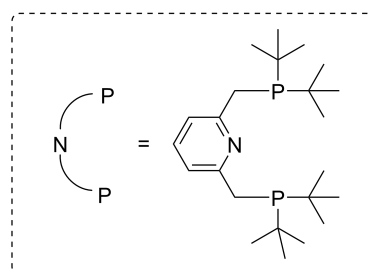
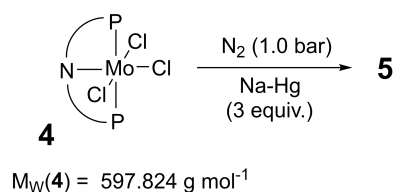
Za odstranjevanje CO_2 iz zmesi se uporablja vodna raztopina spojine **3**:



- 7.4** **Zapiši** enačbo te reakcije.

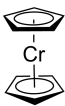
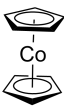
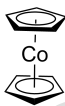
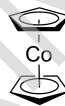
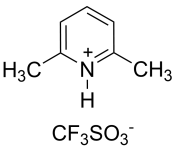
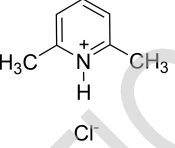
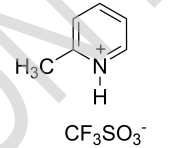
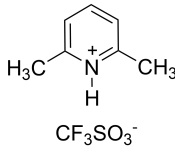
3.0pt

Kompleks **5** nastane s fiksacijo molekularnega dušika po spodnji shemi.

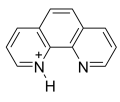
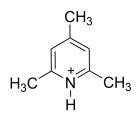
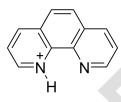


7.5 **Nariši** strukturo spojine **5** (za ligand uporabi poenostavljeno shemo). Upoštevaj, da 1.00 g spojine **4** stehiometrično reagira s $94.97 \text{ cm}^3 \text{ N}_2$ pri 273.15 K in 1.0 bar. 6.0pt

Preučevali so vpliv različnih reducentov (Red) in dodatkov (Ad) na izkoristek NH_3 . Spodaj so predstavljene različne kombinacije Red in Ad, njihove vrednosti E° in pK_a ter doseženi izkoristki NH_3 .

#	1	2	3	4
Red				
$E^\circ \text{ (V)}$	-0.88	-1.15	-1.15	-1.15
Ad				
pK_a	14.4	14.4	13.9	14.4
NH_3 yield (mole)	0	0.7	9.1	11.8

7.6 Razvrsti naslednje **Red/Ad** kombinacije **A-D** po padajočem izkoristku amonijaka. 6.0pt

#	A	B	C	D
Red				
E° (V)	-0.09	-1.10	-1.10	-1.10
Ad	 CF_3SO_3^-	 CF_3SO_3^-	 CF_3SO_3^-	 CF_3SO_3^-
pK_a	13.7	15.0	13.7	10.6

Fiksacijo dušika je mogoče doseči tudi z binarnimi nitridi (spojinami, ki vsebujejo N^{3-}). Takšne nitride **7**, **8** in **9** so pripravili iz čistih elementov. Pri njihovem skupnem segrevanju s SiO_2 nastanejo kot edini produkt rdeči kristali stabilne spojine **10**. Najmanjša možna formula (empirična formula), ki opisuje strukturo spojine **10**, je $\text{Q}_\alpha\text{R}_\beta\text{S}_2\text{T}[\text{Si}_{12}\text{N}_{24}]$. Poleg tega velja:

- Masni deleži dušika so $w(\text{N})_7 = 9.16\%$, $w(\text{N})_8 = 18.90\%$, $w(\text{N})_9 = 39.94\%$.
- Q** in **R** sta kovinska kationa v najvišjem oksidacijskem stanju.
- S** je enoatomni anion.
- T** je anion s tetraedrično geometrijo.
- Za kvantitativno tvorbo spojine **10** je masno razmerje **7** : **8** : **9** : $\text{SiO}_2 = 5.09$: 2.96 : 3.27 : 1.00 .

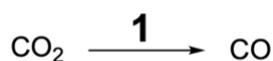
7.7 Določi empirične formule spojin **7-10**. Navedi sestavo anionov **S** in **T**.

13.0pt

T8. Recikliranje ogljikovega dioksida

7%										
8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.10	Σ
2	16	2	29	5	10	2	4	12	2	84

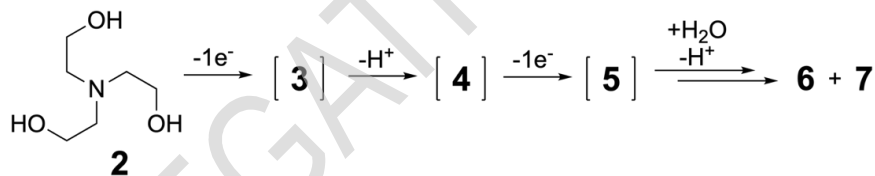
Odstranjevanje CO₂ iz ozračja je ključno v borbi proti podnebnim spremembam. Ena izmed obetavnih rešitev je fotokatalitska redukcija CO₂ v CO z uporabo molekularnega katalizatorja **1**.



8.1 Zapiši polreakcijo redukcije CO₂ v CO v kislem mediju.

2.0pt

Konjugirana reakcija oksidacije poteka z žrtenim reducentom **2** v vodni raztopini po naslednjem mehanizmu:

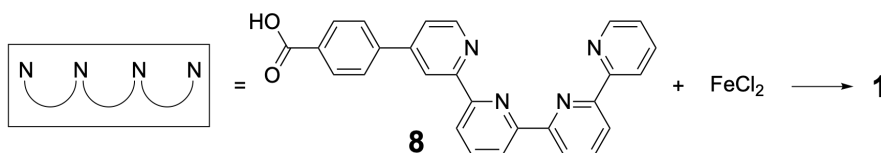


Zvrsti **3**, **4** in **5** so kratkoživi ionski in/ali radikalski intermediati. **7** pri testu z [Ag(NH₃)₂]OH tvori srebrno zrcalo.

8.2 Nariši strukture **3-7**.

16.0pt

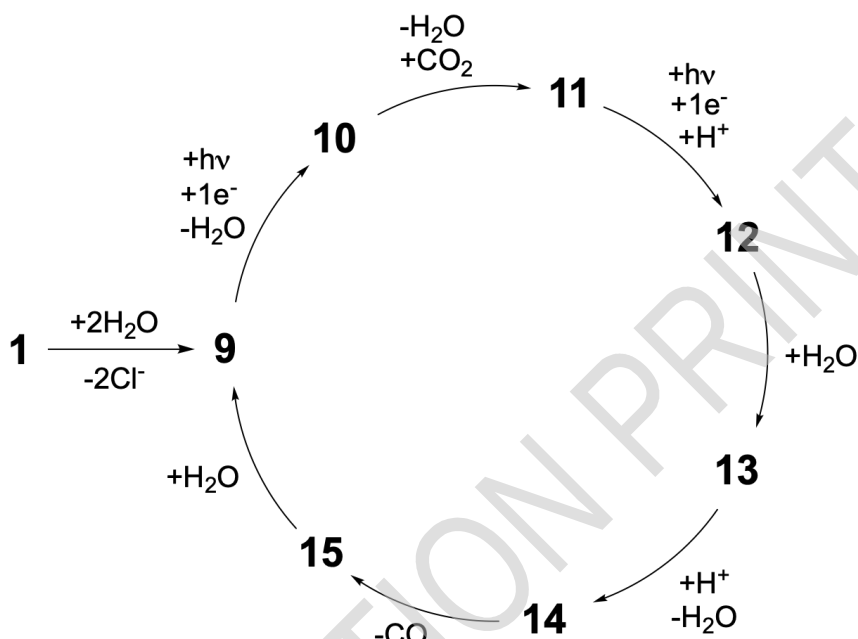
Katalizator **1** je mogoče sintetizirati z naslednjo reakcijo:



8.3 Označi pravilno geometrijo strukture **1**.

2.0pt

Ko je **1** nanosen na kristalinični nosilni material iz ogljikovega nitrida (C_3N_4), lahko reducira CO_2 po naslednjem mehanizmu:



- 8.4** Nariši strukture **9-15**. Uporabi zgoraj prikazano poenostavljeno strukturo liganda **8**. Za **9-15** navedi oksidacijsko stanje, *OS*, koordinacijsko število, *CN*, in število valenčnih elektronov, *VE*, atoma Fe ter skupni naboj ustreznih struktur kompleksov, *Z*. Opomba: Nekateri podatki so podani na polah za odgovore. 29.0pt

- 8.5** Izračunaj število molekul katalizatorja na nm^2 , N_{cat} , za C_3N_4 , na katerega je nanosen **1**, pri masnem deležu katalizatorja $\omega_{cat} = 3.8\%$, če je specifična površina na C_3N_4 enaka $17.8\ m^2\ g^{-1}$. $M_{cat} = 557.21\ g\ mol^{-1}$. 5.0pt

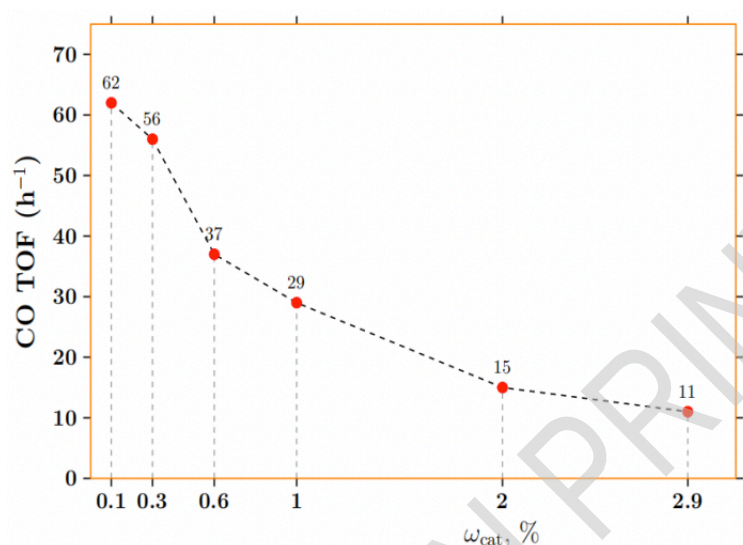
Frekvenca pretvorbe katalizatorja (TOF) je število molekul produkta, ki nastanejo na aktivno molekulo katalizatorja na uro. Pri osvetljevanju z LED-diodo ($\lambda = 390\ nm$) z močjo $50\ mW$ je bila za $10\ mg\ C_3N_4$, na katerega je bil nanosen **1** z $\omega_{cat} = 3.8\%$, vrednost TOF enaka $8\ h^{-1}$.

Formula za izračun kvantnega izkoristka je:

$$\varphi = \frac{\text{number of reacted electrons}}{\text{number of incident photons}} \cdot 100\%$$

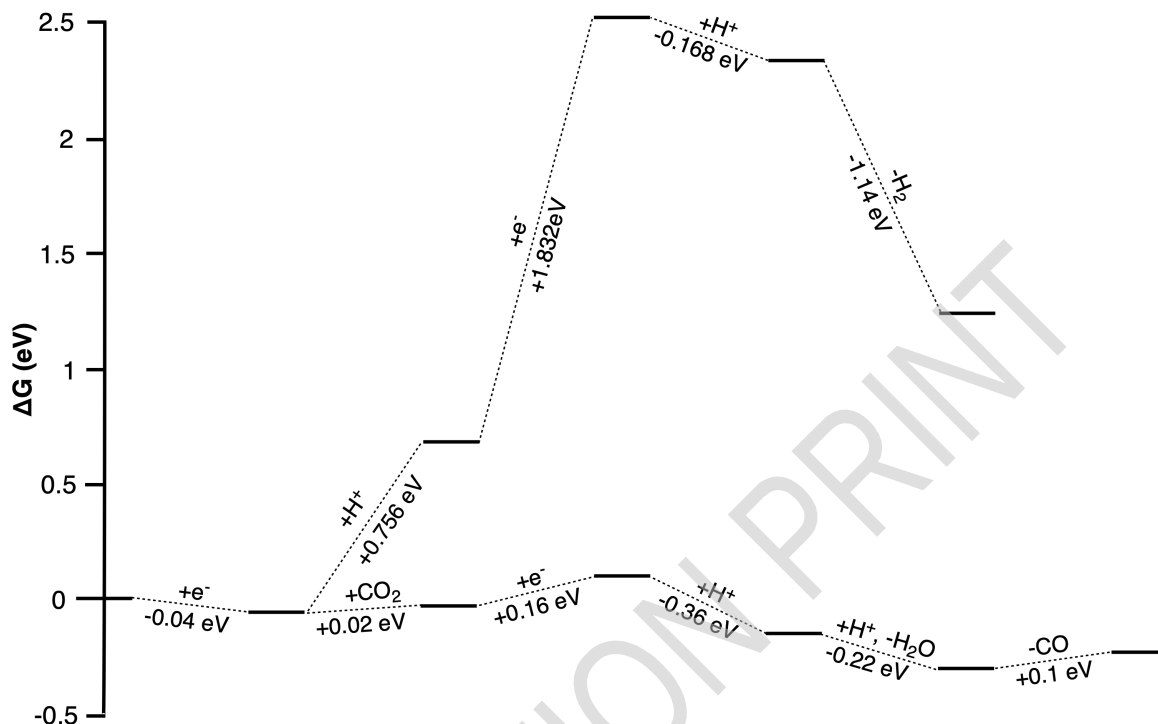
- 8.6** Izračunaj kvantni izkoristek, $\varphi(\%)$, za nastajanje CO. 10.0pt

Spodnji diagram prikazuje odvisnost TOF za CO od ω_{cat} .

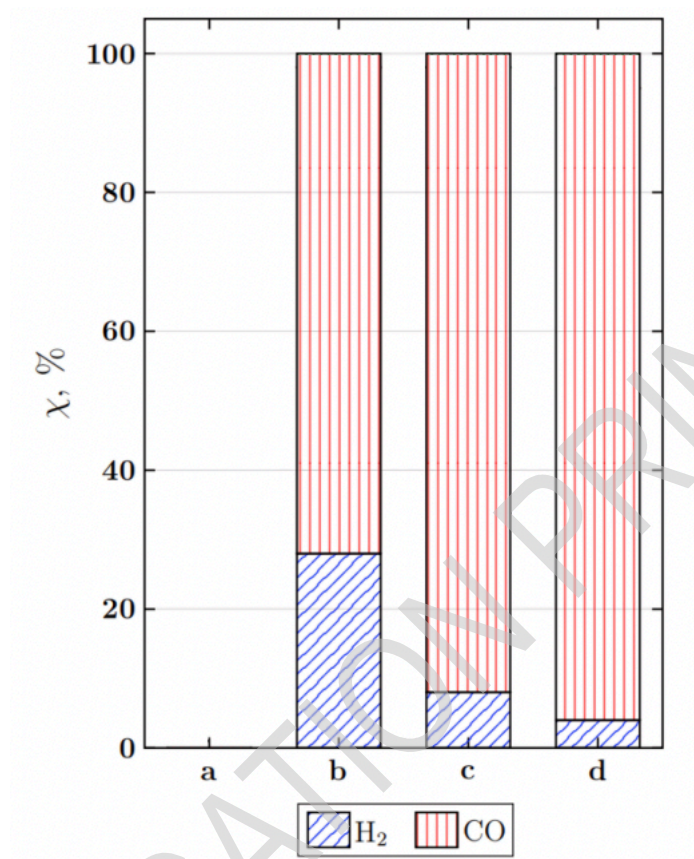


- 8.7** Kako se skupna hitrost nastajanja CO na gram C_3N_4 , na katerega je nanosen **1**, spreminja z naraščanjem ω_{cat} v območju $0.1 \leq \omega_{cat} \leq 2.9$? Označi pravilno polje. 2.0pt
- a) narašča
 - b) pada
 - c) se ne spreminja

Redukcijo CO_2 lahko spremlja redukcija dodatnih protonov. Spremembe proste entalpije (ΔG) med tema reakcijama so prikazane na diagramu:



Sistem so obsevali z različnimi LED-diodami. Spodnji diagram prikazuje množinske deleže, χ , H₂ in CO, nastalih med redukcijo CO₂ pri štirih različnih pogojih: brez obsevanja (N) ter pri obsevanju z rdečo (R), zeleno (G) in modro (B) svetlobo:



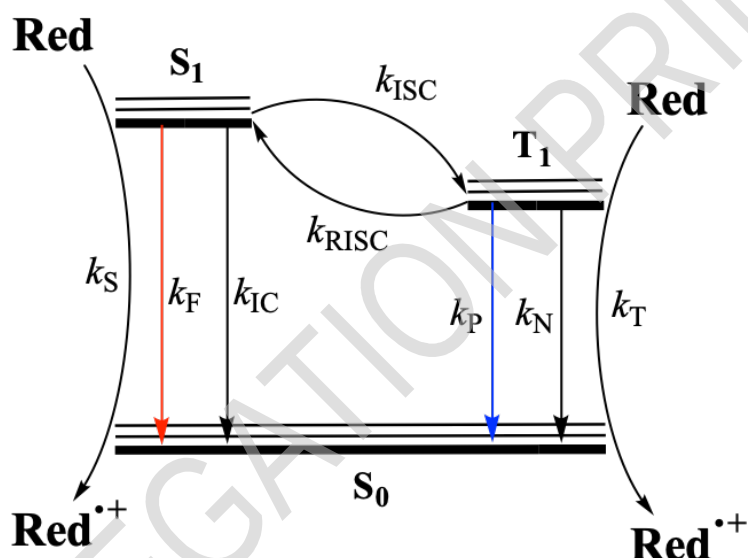
8.8 Označi, kateri od štirih zgoraj navedenih pogojev ustreza oznakam **a, b, c** in **d** na diagramu. 4.0pt

Theory

Fotosenzibilizatorji (PS) imajo pri redukciji CO_2 določene prednosti pred C_3N_4 . Kompleksi, ki vsebujejo Mn(I) , lahko v kombinaciji s PS dosežejo približno 23-odstotni kvantni izkoristek. V tem sistemu redukativno ugašanje vzbujenega *singletnega* (S_1) in *tripletnega* (T_1) stanja PS z reducentom (Red) tvori $\text{PS}^{\bullet-}$, ki prek kompleksa z Mn(I) oddaja elektrone molekuli CO_2 .



Spodnji diagram Jablonskega opisuje procese, ki potekajo v PS:



$\tau_0(\text{S}_1) = 2.9 \text{ ns}$ in $\tau_0(\text{T}_1) = 84 \text{ }\mu\text{s}$, pri čemer je τ_0 življenjska doba emisije v odsotnosti ugaševalca ("quencher").

8.9 Izračunaj odstotek ugašanja, η_q , (v %) stanj S_1 in T_1 , ko je $[\text{Red}] = 0.1 \text{ M}$. Opomba: vrednosti k_{ISC} in k_{RISC} sta zanemarljivi. 12.0pt

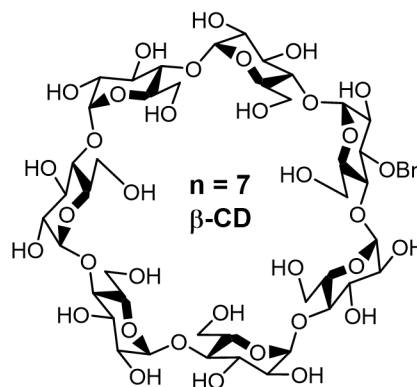
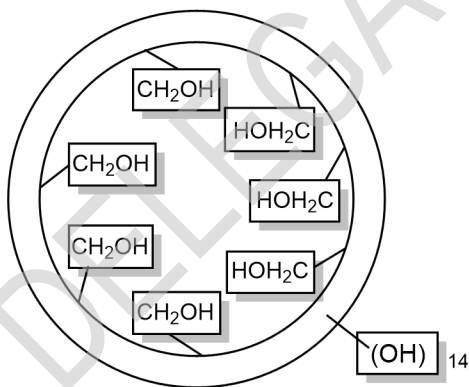
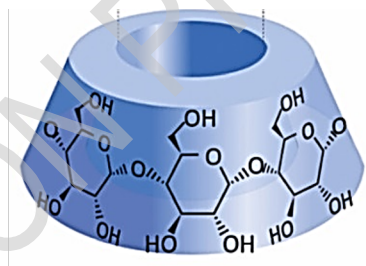
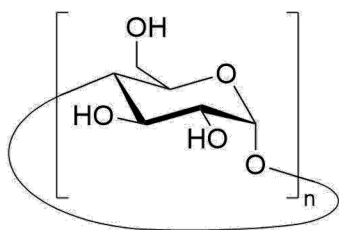
8.10 Kako se življenjski dobi emisije stanj S_1 in T_1 spreminjata z naraščanjem $[\text{Red}]$? 2.0pt
Označi pravilno polje.
 a) se podaljšata
 b) se skrajšata
 c) se ne spremenita

T9. Kemija ciklodekstrinov

7%									
9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	Σ
2	6	8	3	2	4	6	18	4	53

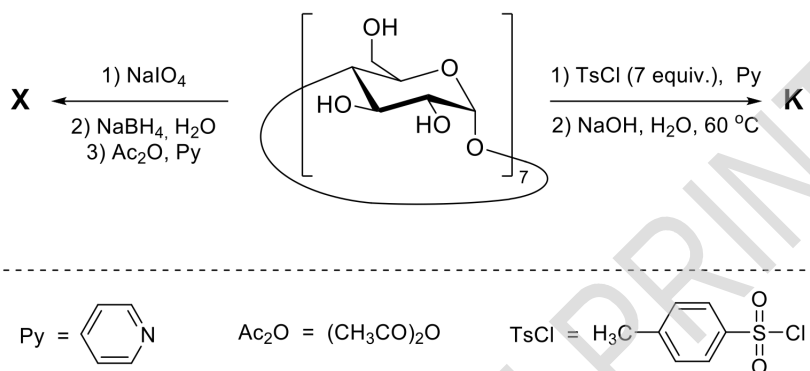
Ciklodekstrini (CD) so družina cikličnih oligosaharidov, sestavljenih iz glukoznih podenot, povezanih z α -1,4-glikozidnimi vezmi. Trije najpogostejši ciklodekstrini (α -, β - in γ -ciklodekstrin) vsebujejo 6, 7 oziroma 8 enot α -D-glukopiranozida.

9.1 Izračunaj molsko maso β -CD. Predpostavi $M_w(\text{glucose}) = 180.16 \text{ g mol}^{-1}$. 2.0pt



Theory

CD združujejo makrociklične lastnosti s kemijo glukoze, kar je bilo prikazano pri sintezi spojine **X**. Primarne in sekundarne hidroksilne skupine imajo zaradi svoje vključenosti v CD različno reaktivnost. Stoddart *et al.* so sintetizirali spojino **K**, pri kateri je na vsako glukopiranozidno enoto ostala prosta samo ena skupina OH.

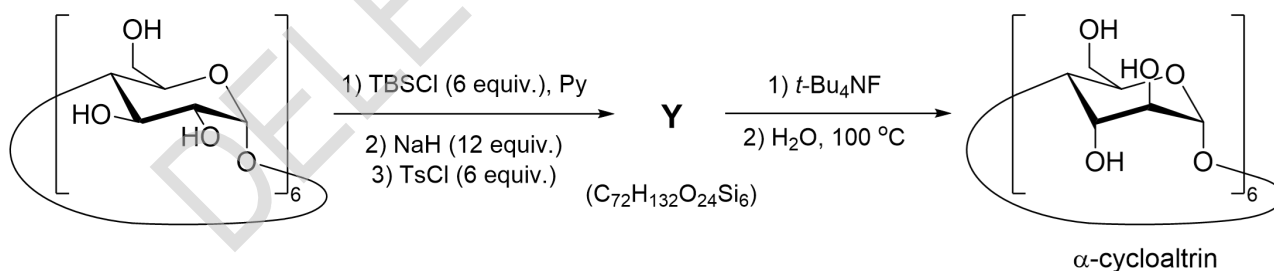


equiv. = ekvivalent

9.2 Označi prednostno (stabilnejšo) konformacijo stola in nariši strukturo spojine **K** tako, da dopolniš predlogo CD. Nedvoumno prikaži stereokemijo. 6.0pt

9.3 Določi velikost obroča, rs , makrocikla **X**. Navedi število stereocentrov, sc , v spo- 8.0pt
 jini **X**.

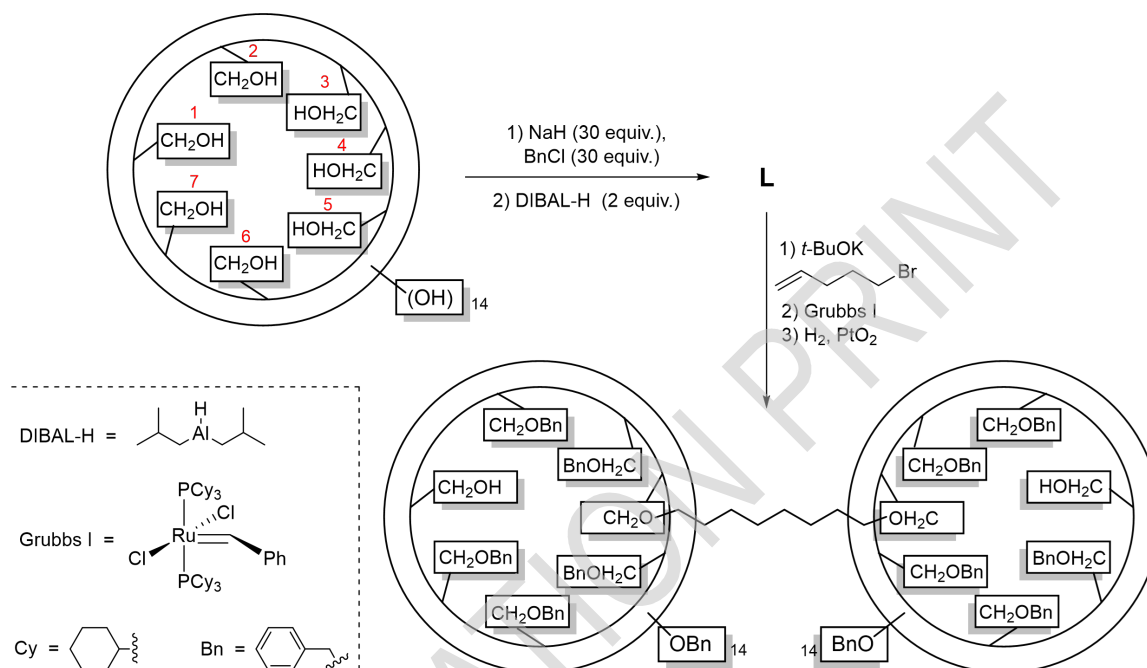
α -Cikloaltrin, sintetični analog α -CD, so sintetizirali po naslednjem postopku.



9.4 Nariši strukturo spojine **Y** s stereokemijo tako, da dopolniš predlogo CD. 3.0pt

Theory

Leta 2000 so Sinay *et al.* pokazali, da posamezna protična skupina (NH ali OH) na enoti 1 usmerja **naslednjo** reduktivno debenzilacijo primarne skupine OH na enoto 4 v makrocikličnem obroču (oziroma na enoto 3, če položaj v enoti 4 ni na voljo). To je omogočilo sintezo naslednjega dimera β -CD kot zmesi konstitucijskih izomerov z različnimi povezavami.



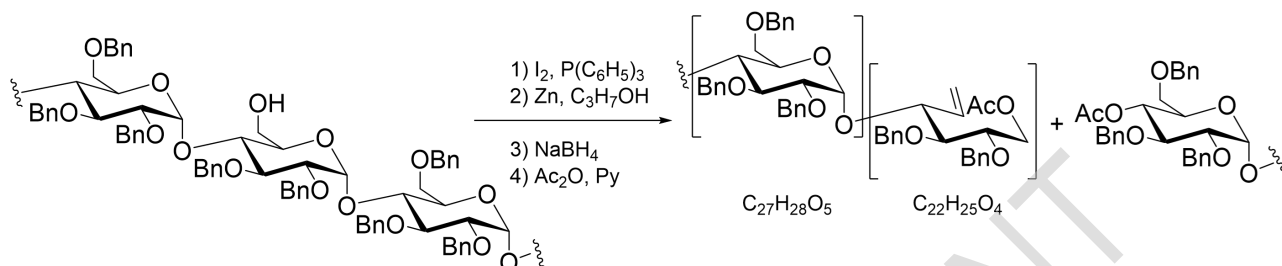
9.5 Nariši strukturo spojine **L** na predlogi β -CD. Izpolni vsa polja.

2.0pt

9.6 Določi število izomerov dimera β -CD, ki lahko nastanejo med sintezo po postopku Sinay *et. al.*

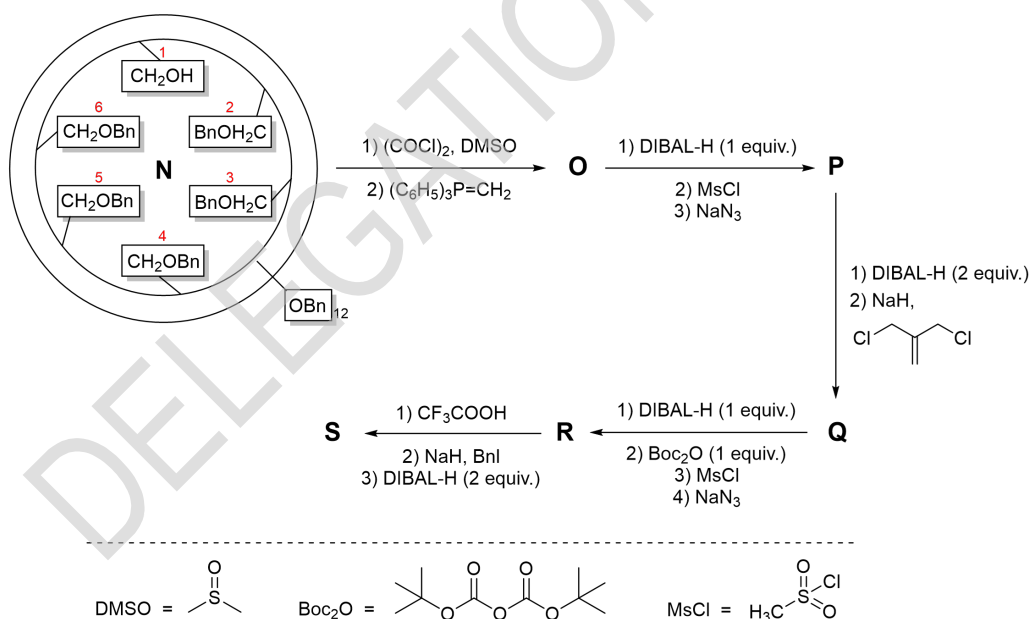
4.0pt

Za potrditev položajev debenzilacije so spojino **L** podvrgli reakciji »razgradnje hekso-5-enoze«, kot je prikazano spodaj. Produkte so nato analizirali z masno spektrometrijo.



9.7 Izračunaj vrednosti m/z za oba vrhova $[M + Na]^+$, ki so ju opazili pri produktih razgradnje spojine **L**. Uporabi celoštevilске vrednosti atomskih mas. 6.0pt

Pozneje so Sollogoub *et al.* uporabili sposobnost alkenov, da usmerjajo debenzilacijo na »orto«-glukopiranozidno enoto, za sintezo heksadiferenciranega α -CD **S**:



9.8 Nariši strukture **O-S** na predlogah α -CD. Izpolni vsa polja. Če ti ustreza, lahko strukture narišeš zunaj polj. Predpostavi, da modifikacija enot 1,2 poteka v smeri urinega kazalca, modifikacija enot 1,3 pa v nasprotni smeri urinega kazalca. Protične skupine imajo močnejši usmerjevalni učinek kot alkeni. 18.0pt

- | | | |
|------------|---|-------|
| 9.9 | Določi število vseh možnih razporeditev funkcionalnih skupin na heksadiferenciranem α -CD (<u>predpostavi</u> , da so bile modificirane samo skupine CH_2OH). | 4.0pt |
|------------|---|-------|

DELEGATION PRINT

T1. A Journey through time: The secrets of Avicenna

7%						
1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	Σ
3	4	3	4	7	4	25

1.1 (3.0pt)

X:

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9	☐ 10

Y:

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9	☐ 10

1.2 (4.0pt)

Z:

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9	☐ 10

1.2 (cont.)

A	B
----------	----------

1.3 (3.0pt)

$n =$ _____

W:

☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5
☐ 6	☐ 7	☐ 8	☐ 9	☐ 10

1.4 (4.0pt)

Q:

C · xH₂O:

D:

1.5 (7.0pt)

E	F	G
---	---	---

Theory



A1-5

English (Official)

1.6 (4.0pt)

Stone :

H :

T2. Kinetics of the Belousov-Zhabotinsky reaction

6%							
2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	Σ
2	11	4	2	9	4	3	35

2.1 (2.0 pt)

2.2 (11.0 pt)

$[\text{HBrO}_2]_{\text{A}} = \text{_____ M}$

2.2 (cont.)

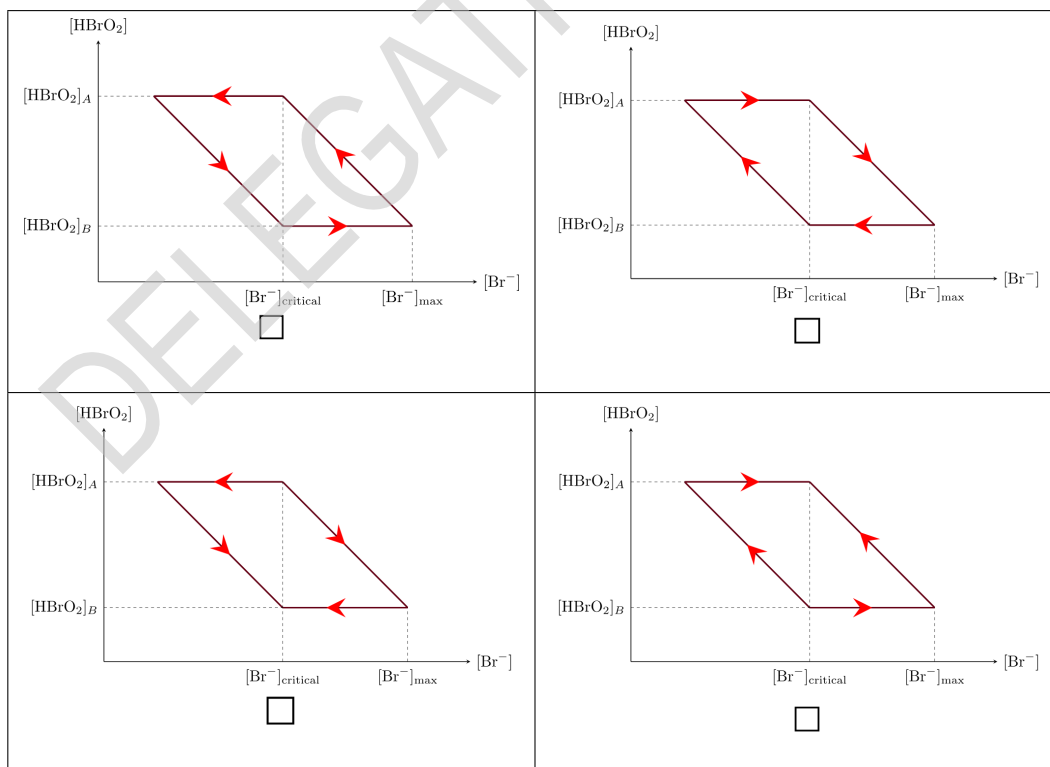
$[\text{HBrO}_2]_{\text{B}} = \text{_____} \text{ M}$

Theory

2.3 (4.0 pt)

$[\text{Br}^-]_{\text{critical}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ M}$

2.4 (2.0 pt)



2.5 (9.0 pt)

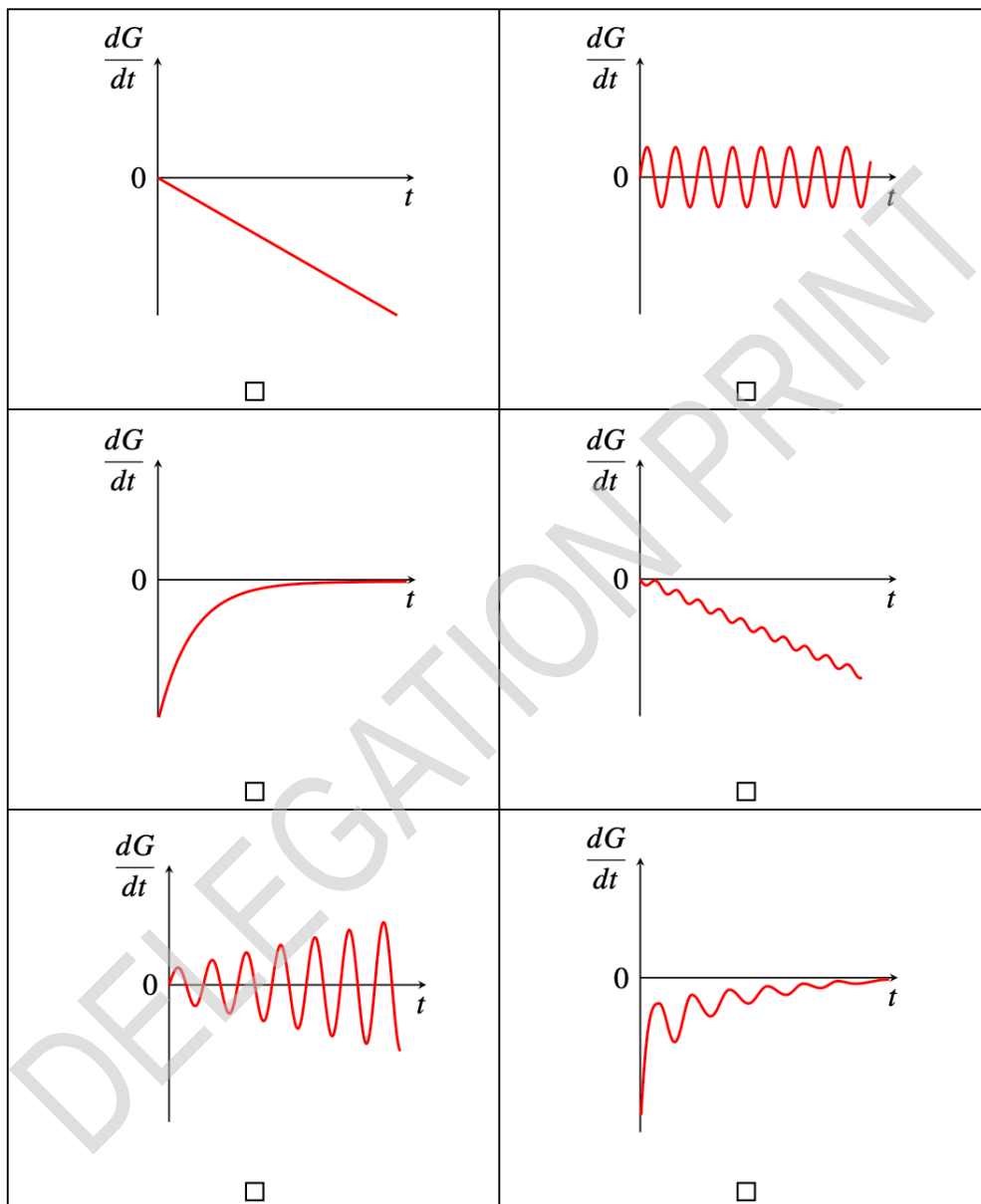
DELEGATION PRINT

$\tau =$ _____ s

2.6 (4.0 pt)

	a	b	c	d	e
1.	☐	☐	☐	☐	☐
2.	☐	☐	☐	☐	☐
3.	☐	☐	☐	☐	☐
4.	☐	☐	☐	☐	☐

2.7 (3.0 pt)



T3. Into Reticular Chemistry

7%							
3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	Σ
2	3	23	12	6	12	5	63

3.1 (2.0pt)

COF-1: _____

C: _____ %

3.2 (3.0pt)

d = _____ Å

Theory

3.3 (23.0pt)

Tetragonal 1	Tetragonal 2	Hexagonal 1	Hexagonal 2	Trigonal	Kagome	Tetrahe- dral
		A2 + B3	E1 + D2		C2 + D4	

3.4 (12.0pt)

COF-3	COF-4
COF-5	COF-6

3.5 (6.0pt)

3.6 (12.0pt)

$E, \text{kJ mol}^{-1}$	AA	AA'	AB	AB'
		-67.1		

3.7 (5.0pt)

$q_e =$ _____ mg g^{-1}

COF-9: $\text{UO}_2^{2+} =$ _____

T4. The nuclear past of Uzbekistan

6% of total									
4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	Σ
2	3	3	2	2	2	2	2	4	22

4.1 (2.0pt)

^{235}U : _____%

4.2 (3.0pt)

(a) :

(b) :

(c) :

4.3 (3.0pt)

Theory

4.4 (2.0pt)

ΔE : _____ MeV

4.5 (2.0pt)

n_c : _____

4.6 (2.0pt)

$\Delta_r H_{298} =$ _____ kJ mol^{-1}

4.7 (2.0pt)

$$\Delta_r H_{2000} = \text{_____} \text{ kJ mol}^{-1}$$

4.8 (2.0pt)

$$E = \text{_____} \text{ J day}^{-1}$$

Theory

4.9 (4.0pt)

$TN =$ _____ $m =$ _____ kg

T5. Cardiolipins

6%						
5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	Σ
1	6	4	2	2	3	18

5.1 (1.0pt)

(a)	(b)	(c)

5.2 (6.0pt)

PL1

Y

Theory

5.3 (4.0pt)

$N_{C=C} =$

RCOOH : _____

5.4 (2.0pt)

X:

5.5 (2.0pt)

(a)	(b)	(c)	(d)

5.6 (3.0pt)

PL2

PL3

DELEGATION PRINT

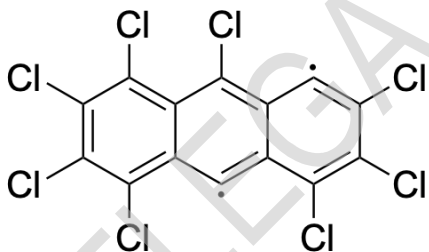
T6. Carbon Nanorings

7%							
6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	Σ
10	11	2	12	24	20	4	83

6.1 (10.0pt)

	C_{18}	C_{16}	$^3C_{13}$	$^1C_{13}$
A				
AA				

6.2 (11.0pt)

 A	B
C	D

6.3 (2.0pt)

X = _____

6.4 (12.0pt)

<i>m/z</i>	591	783	879	1174
	[E + H] ⁺			

6.5 (24.0pt)

F	G
H	I

DELEGATION PRINT

6.5 (cont.)

J	K
L	

6.6 (20.0pt)

M	N
O	Q

DELEGATION PRINT

6.6 (cont.)**6.7 (4.0pt)**

$n(e)$	
$n(t)$	

T8. Recycling of Carbon Dioxide

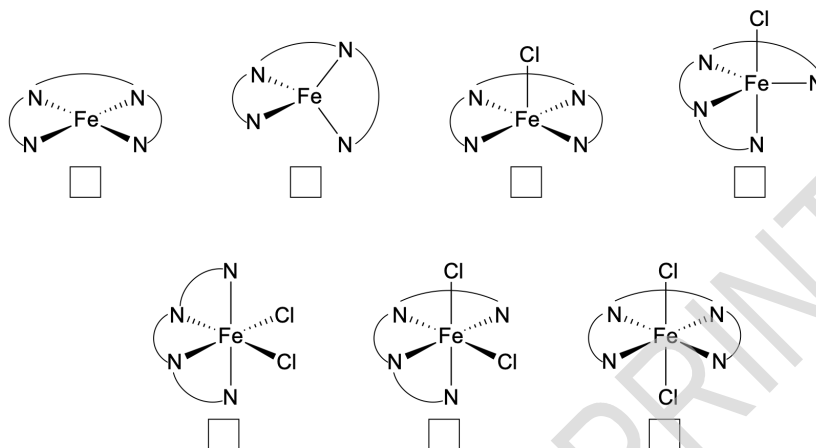
7%										
8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.10	Σ
2	16	2	29	5	10	2	4	12	2	84

8.1 (2.0pt)

8.2 (16.0pt)

3	4
5	6
7	

8.3 (2.0pt)



8.4 (29.0pt)

9

 $Z = \underline{\hspace{2cm}}$ $OS = \underline{\hspace{2cm}} \quad CN = \underline{\hspace{2cm}} \quad VE = \underline{\hspace{2cm}}$

10

 $Z = \underline{\hspace{2cm}}$ $OS = \underline{\hspace{2cm}} \quad CN = \underline{\hspace{2cm}} \quad VE = \underline{\hspace{2cm}}$

11

 $Z = \underline{\hspace{2cm}}$ $OS = +3 \quad CN = 6 \quad VE = \underline{\hspace{2cm}}$

12

 $Z = \underline{\hspace{2cm}}$ $OS = \underline{\hspace{2cm}} \quad CN = 5 \quad VE = \underline{\hspace{2cm}}$

8.4 (cont.)

13

 $Z = \underline{\hspace{2cm}}$ $OS = +2 \quad CN = \underline{\hspace{2cm}} \quad VE = \underline{\hspace{2cm}}$

14

 $Z = \underline{\hspace{2cm}}$ $OS = \underline{\hspace{2cm}} \quad CN = \underline{\hspace{2cm}} \quad VE = \underline{\hspace{2cm}}$

15

 $Z = \underline{\hspace{2cm}}$ $OS = \underline{\hspace{2cm}} \quad CN = \underline{\hspace{2cm}} \quad VE = 16$

8.5 (5.0pt)

$N_{cat} =$ _____

8.6 (10.0pt)

$\varphi =$ _____ %

8.7 (2.0pt)

a	b	c
☐	☐	☐

8.8 (4.0pt)

	N	R	G	B
a	☐	☐	☐	☐
b	☐	☐	☐	☐
c	☐	☐	☐	☐
d	☐	☐	☐	☐

8.9 (12.0pt)

$$\eta_q(S_1) = \text{_____} \%$$

$$\eta_q(T_1) = \text{_____} \%$$

8.10 (2.0pt)

a	b	c
☐	☐	☐

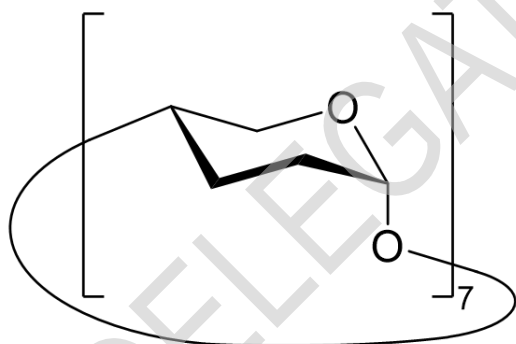
T9 Cyclodextrin Chemistry

7%									
9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	Σ
2	6	8	3	2	4	6	18	4	53

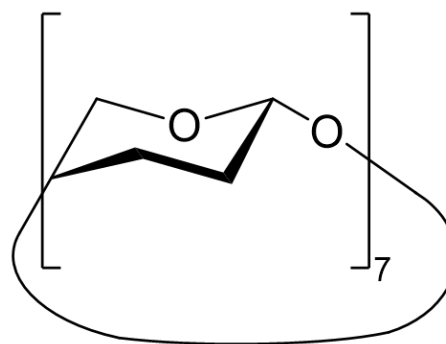
9.1 (2.0 pt)

 $M_w : \beta\text{-CD} = \underline{\hspace{2cm}}$

9.2 (6.0 pt)



□



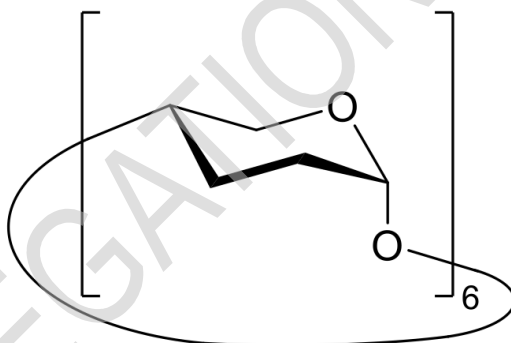
□

9.3 (8.0 pt)

rs: _____

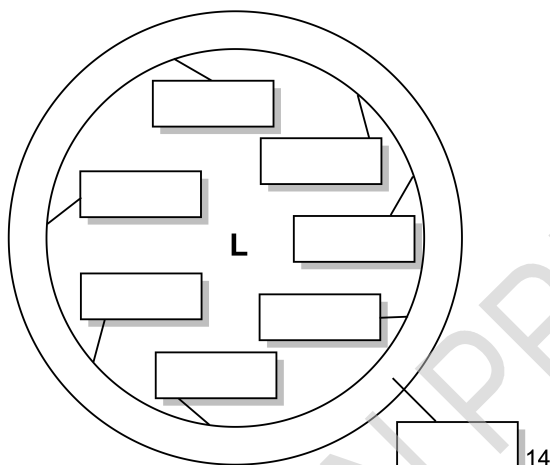
sc: _____

9.4 (3.0 pt)



Y – $\text{C}_{72}\text{H}_{132}\text{O}_{24}\text{Si}_6$

9.5 (2.0 pt)



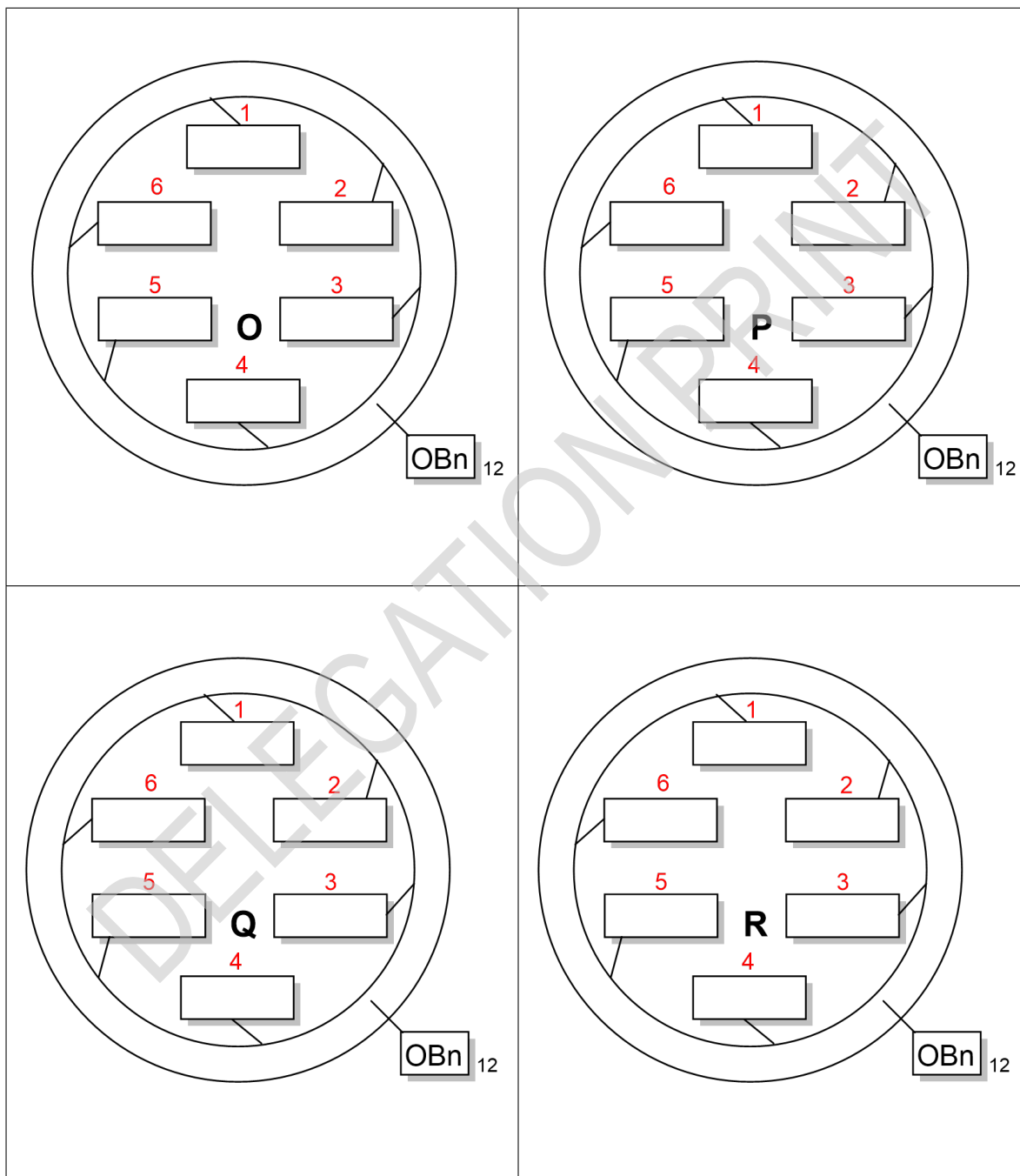
9.6 (4.0 pt)

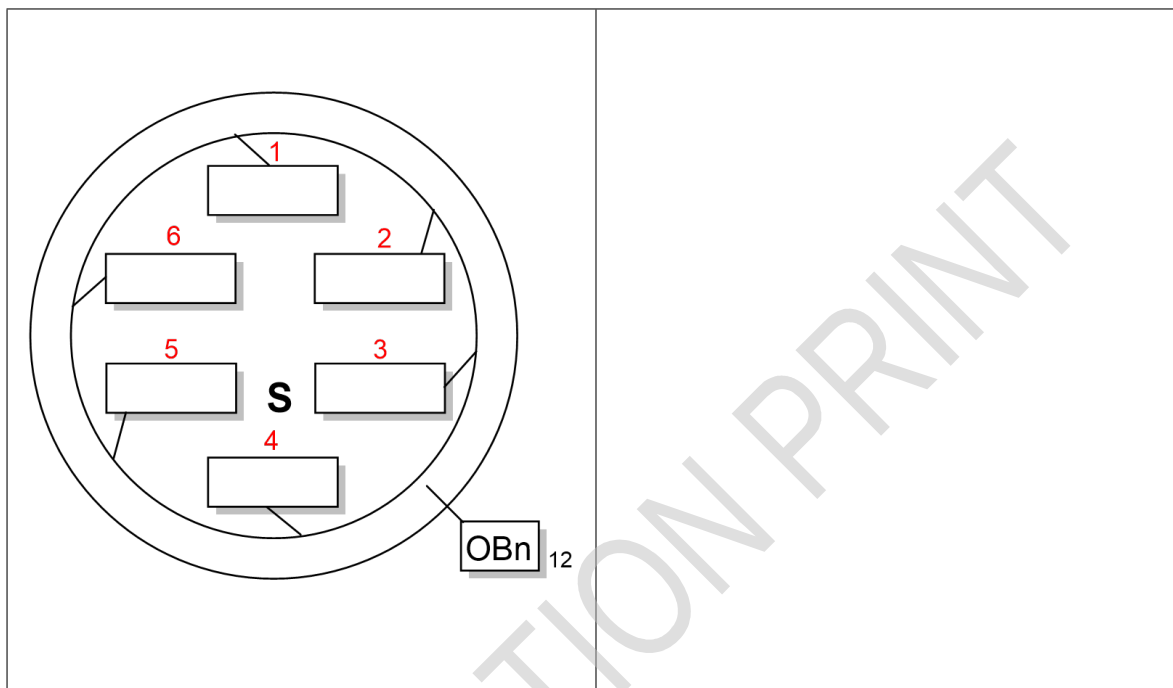
9.7 (6.0 pt)

$[M_1 + Na]^+$: _____

$[M_2 + Na]^+$: _____

9.8 (18.0 pt)



9.8 (cont.)**9.9 (4.0 pt)**

Pomembna navodila za ta izpit:

- Ta izpit vsebuje **3 naloge**.
- Pred začetkom praktičnega izpita boš dobili znak **BRANJE (READ)**. Za branje izpitnih pol imaš na voljo **15 minut**. V tem času smeš samo brati. **Ne piši in ne uporabljaš kalkulatorja. Ne rešuj nobene naloge in ne uporabljaš nobene opreme.**
- Z delom lahko začneš, ko boš dobili znak **ZAČETEK (START)**. Za dokončanje izpita imaš **5 ur**. Naloge lahko rešuješ v poljubnem vrstnem redu, vendar **upoštevaj, da moraš pri nalogi P1 čakati 1 uro, pri nalogi P3 pa 20 minut**.
- Pri vprašanjih, pri katerih moraš označiti pravilno(-a) polje(-a), **za popravek prvotnega odgovora popolnoma počrtni potrditveno polje in poleg njega nariši novo polje**. Označi polje, za katerega meniš, da ustreza pravilnemu odgovoru.
- Po potrebi **pomij steklovino na svojem delovnem mestu** z destilirano vodo iz izpiralke **v posodo za tekoče odpadke**. Pomivalnih korit **ne smeš uporabljati** za pomivanje steklovine.
- **Upoštevati moraš varnostna pravila**, navedena v spodnjih pravilih IChO. **Vsaka kršitev varnostnih pravil lahko povzroči tvoj odstranitev iz laboratorija in razveljavitev tvojega praktičnega izpita.**

Varnostna pravila

Dijaki morajo upoštevati naslednja varnostna pravila. Vsak dijak, ki jih ne upošteva, mora zapustiti praktični izpit in lahko za praktični izpit prejme nič točk.

- V laboratoriju ne jej in ne pij. Žvečenje žvečilnega gumija ni dovoljeno.
- Delaj samo na svojem delovnem pultu. Svoj pult in skupna delovna območja ohranjaj urejena.
- Nepooblaščen poskus niso dovoljeni. Spreminjanje poskusov ni dovoljeno.
- Viala in stekleničke z navojnim pokrovčkom morajo biti, kadar je le mogoče, zaprte.
- Ne pipetiraj z usti. Vedno uporabljaš pipetirno žogico.
- O razlitjih, razbiti steklovini ali kakršnih koli nesrečah takoj obvesti laboratorijskega asistenta.
- Vse odpadke je treba ustrezno odstraniti, da se prepreči onesnaženje ali poškodbe. Raztopine zavrzi v posode z ustreznimi oznakami. Ko je katera koli posoda polna, obvesti laboratorijskega asistenta.
- Kontaktne leče so v laboratoriju prepovedane. Dijaki, ki potrebujejo korekcijo vida, morajo nositi očala.

V prostoru za praktični izpit morajo dijaki **VES ČAS** nositi:

- dolge hlače ali druga oblačila, ki v celoti pokrivajo noge
- zaprte čevlje
- laboratorijsko haljo
- zaščitna očala
- rokavice pri delu s škodljivimi ali neznanimi raztopinami in snovmi
- dolge lase spete.

Splošna navodila

- Vsi rezultati in odgovori morajo biti jasno napisani s kemičnim svinčnikom **na zanje predvidenih mestih na polah za odgovore**. Odgovori, napisani zunaj polj za odgovore, ne bodo točkovani. Nekatere slike so kot pomoč ponatisnjene na polah z vprašanji. Te ne bodo točkovane. **Končni odgovor obvezno prepiši na pole za odgovore.**
- Piši samo** s kemičnim svinčnikom, priloženim polam za odgovore. Za odgovore ne uporablaj priloženega permanentnega flomastra in ne piši s svinčnikom. Permanentni flomaster je namenjen samo označevanju laboratorijske opreme. **Uporablaj samo** priloženi kalkulator.
- Kjer je potrebno, **napiši** ustrezne izračune. Vse točke bodo dodeljene samo odgovorom, pri katerih je prikazan pravilen postopek.
- Uradna angleška različica ti je na zahtevo na voljo za pojasnila.
- Kemikalije in laboratorijska oprema bodo, če ni navedeno drugače, brez kazenskih točk ponovno napolnjene ali zamenjane samo enkrat (en predmet). Vsaka nadaljnja zamenjava bo povzročila odbitek 1 točke od celotnih 40 točk praktičnega izpita.
- Svojega delovnega mesta ne smeš zapustiti brez dovoljenja. Če potrebuješ pomoč, **dvigni** ustrezno kartico za neverbalno sporazumevanje (pomeni so navedeni v spodnji preglednici).
- Ohrani** vse predmete znotraj označenega območja svojega delovnega pulta.
- Laboratorijski asistenti bodo **30 minut** pred znakom **KONEC (STOP)** podali opozorilo.
- Ko je dan znak **KONEC (STOP)**, moraš takoj prenehati z delom. Če ne prenehaš delati ali pisati, se lahko tvoj praktični izpit razveljavi.
- Po znaku **KONEC (STOP)** bo laboratorijski asistent prišel podpisat tvojo polo za odgovore.
- Ko se podpišeta tako ti kot laboratorijski asistent, položi **vse pole z naslovno polo na vrhu** nazaj v ovojnico. Ovojnice **ne zapečati**.

		
Potrebujem odmor za stranišče.	Potrebujem ponovno polnjenje ali zamenjavo oziroma imam vprašanje.	Potrebujem prigrizek ali odmor.

Kartice za neverbalno sporazumevanje.

VELIKO SREČE!

Naloge in informacije o ocenjevanju

	Naslov	Strani z vprašanji	Strani za odgovore	Skupno število točk	Delež
1	Sinteza in analiza (Nov kompleks)	6	3	33	14
2	Atlas encimov	6	3	108	11
3	Dogodivščine Hodže Nasredina	4	8	87	15
				Skupaj	40

Periodni sistem elementov

[illegible]

Stavki GHS

Oznaka nevarnosti	Stavek o nevarnosti
H225	Lahko vnetljiva tekočina in hlapi
H226	Vnetljiva tekočina in hlapi
H272	Lahko okrepi požar; oksidativna snov
H290	Lahko je jedko za kovine
H301	Strupeno pri zaužitju
H302	Zdravju škodljivo pri zaužitju
H311	Strupeno v stiku s kožo
H312	Zdravju škodljivo v stiku s kožo
H314	Povzroča hude opekline kože in poškodbe oči
H315	Povzroča draženje kože
H317	Lahko povzroči alergijski odziv kože
H318	Povzroča hude poškodbe oči
H319	Povzroča hudo draženje oči
H331	Strupeno pri vdihavanju
H332	Zdravju škodljivo pri vdihavanju
H335	Lahko povzroči draženje dihalnih poti
H336	Lahko povzroči zaspanost ali omotico
H341	Sum povzročitve genetskih okvar
H351	Sum povzročitve raka
H361	Sum škodljivosti za plodnost ali nerojenega otroka
H372	Škoduje organom pri dolgotrajni ali ponavljajoči se izpostavljenosti
H373	Lahko škoduje organom pri dolgotrajni ali ponavljajoči se izpostavljenosti
H400	Zelo strupeno za vodne organizme
H402	Škodljivo za vodne organizme
H410	Zelo strupeno za vodne organizme, z dolgotrajnimi učinki
H411	Strupeno za vodne organizme, z dolgotrajnimi učinki
H412	Škodljivo za vodne organizme, z dolgotrajnimi učinki

Experiment

Kemikalije:	
Amonijakalni pufer, pH 10	H314, H335, H412
Raztopina bakrovega(II) sulfata	H319, H411
Diklorometan	H351
Ditizon	H315, H319, H335
Indikator eriokrom črno T	H315, H319, H335, H411, H412
Etanol	H225
Dinatrijeva sol etilendiamintetraocetne kisline	H332, H373
Raztopina železovega(III) nitrata	H314, H318
Klorovodikova kislina	H314, H331
Raztopina piridina v etanolu	H225, H302, H312, H332
Narezano rdeče zelje	brez nevarnosti
Natrijev hidroksid	H314
Raztopina Y1	H302, H312, H315, H319, H332, H335
Raztopine E1-E5	H301, H302, H311, H312, H314, H315, H318, H319, H331, H335, H341, H373, H400, H402, H410, H412
Raztopine M1-M3	brez nevarnosti
Raztopine S1-S10	brez nevarnosti
Raztopine W1-W7	H302, H312, H315, H317, H318, H319, H332, H334, H341, H361, H372, H400, H410, H411
Raztopine X3-X6	H226, H290, H302, H314, H318, H331
Neznana raztopina R1	H272, H302, H315, H318, H319, H335, H400, H410, H411
Neznana raztopina R2	H302, H312, H318, H319, H332, H400, H412
Neznano topilo	H225, H319, H336

Experiment



G0-7

Slovenian (Slovenia)

Skupna oprema in kemikalije

Oprema

Predmet	Količina	Oznaka
Na pultu za skupno uporabo:		
Nitrilne rokavice (S, M, L)	po potrebi	
Nadomestni papirnati robčki	po potrebi	
Izpiralke z destilirano vodo	po potrebi	
Za vsakega dijaka:		
Zaščitna očala	1	
Grelna plošča z magnetnim mešalom	1	
Bireta, 25.00 mL	2	
Laboratorijsko stojalo s prižemo in dvojno prižemo za birete	1	
Pipetirna žogica	1	
Lij za bireto	2	
Permanentni flomaster	1	
Ravnilo	1	
Kemični svinčnik	1	
Paket papirnatih robčkov	1	
Posoda za odstranjevanje tekočih odpadkov	1	Liquid waste
Posoda za odstranjevanje trdnih odpadkov	1	Solid waste

Kemikalije

Ime	Stanje	Koncentracija	Količina	Se nahaja v	Oznaka
Za vsakega dijaka:					
Destilirana voda	l	-	500 mL	Izpiralka, 500 mL	H₂O
Natrijev hidroksid	aq	0.0100 M	200 mL	Plastenka, 250 mL	NaOH 0.01 M

Dodatna oprema in kemikalije

Predmet	Kazenske točke	Podpis dijaka	Podpis asistenta
	Brez		
	1/40 točk praktičnega izpita		
	1/40 točk praktičnega izpita		
	1/40 točk praktičnega izpita		
	1/40 točk praktičnega izpita		
	1/40 točk praktičnega izpita		

Kršitve varnostnih pravil

Vrsta kršitve	Kazenske točke	Podpis dijaka	Podpis asistenta
	Opozorilo		
	Diskvalifikacija (40 točk)		

Experiment



Q1-1

Slovenian (Slovenia)

P1. Sinteza in analiza (Nov kompleks)

Oprema

izdelek	količina	oznaka
Del A		
magnetno mešalo (magnetek)	1	
jeklena spatula	1	
lij za nučanje s sintrano ploščico	1	
bučka z okroglim dnom in obrušom	1	
vakumska črpalka, ki je zadaj s cevjo povezanaz izpiralno steklenico	1	
čaša, 100 mL	1	
steklena posodica s pokrovčkom za produkt	1	A + student code
merilni valj, 10 mL	1	
magnetna palica	1	
rumen papir za prenos produkta	1	
Del B		
merilna pipeta, 10.0 mL	1	
čaša, 50 mL	2	
erlenmajerica, 100 mL	2	
merilni valj, 10 mL	1	
Part C		
Plastične kapalke, 3 mL	12	
Eppendorfova posodica (epica), 0.5 mL	15	

Experiment



Q1-2

Slovenian (Slovenia)

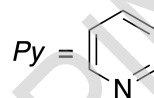
Kemikalije

ime	sta- nje	koncentracija	količina	nahaja se v	oznaka
del A					
raztopina R1 (za sintezo)	aq	je potrebno določiti	10.0 mL	steklena viala s pokrovčkom, 30 mL	R1-syn
raztopina R2	aq	1.03 M	10.0 mL	steklena viala s pokrovčkom, 30 mL	R2
Piridin v etanolu (sinteza)	sol	8.4 % v/v	10 mL	Plastična epruveta (15 mL) v plastičnem kozarcu	Py
del B					
raztopina R1 (analiza)	aq	je potrebno določiti	10.0 mL	Merilna bučka, 100 mL	R1-an
Dinatrijeva sol etilendiamin-tetraocetne kisline	aq	0.0770 M	50 mL	Steklenica, 50 mL	EDTA
Amoniakalni pufer	aq	-	40 mL	Steklenica, 50 mL	NH₃ buffer
Eriochrome Black T	s	1% in NaCl	0.2 g	Posodica za vzorce	Eriochrome
Del C					
Kompleks A	s	-	10 mg	epica 0.5 mL	A
Železov(III) nitrat	aq	0.4 %	0.5 mL	epica 0.5 mL	Fe³⁺
Bakrov(II) sulfat	aq	5 %	0.5 mL	epica 0.5 mL	Cu²⁺
Piridin v etanolu (analiza)	sol	8.4 % v/v	0.5 mL	epica 0.5 mL	Py-qual
X ⁻	aq	0.1 M	0.5 mL	epica 0.5 mL	X⁻ – qual
Neznano topilo	l	-	1 mL	epica 1.5 mL	Solvent
Ditizon	s	-	1 mg	epica 0.5 mL	Dithiz.
diklorometan	l	-	0.75 mL	epica 1.5 mL	CH₂Cl₂

14 % celote											
Vpraša- nje	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	Skupaj
Skupaj	10	0	10	1	3	1	4	2	1	1	33

V tej nalogi boste sintetizirali in analizirali spojino **A** z molekulsko formulo $[M(Py)_mX_n]$, pri čemer velja:

- M^{k+} je neznani kovinski kation;
- Py (piridin);
- X^- je bodisi OCN^- bodisi SCN^- ;
- $m = 0, 1, 2, 3, \dots$;
- $n = 1, 2, 3, \dots$



Del A. Sinteza

Za sintezo kompleksa **A** uporabi raztopini **R1-syn** in **R2** :

- V posodi z oznako **R1-syn** je 10.0 mL vodne raztopine M^{k+} soli z neznano koncentracijo.
 - Posoda z oznako **R2** vsebuje 10.0 mL vodne raztopine kalijeve soli X^- s koncentracijo 1.03 M.
1. V 100-mililitrsko čašo daj magnetek.
 2. V isto čašo prelij celotno raztopino **R1-syn**.
 3. Posodico z oznako **R1-syn** speri z 1 mL vode, pri tem uporabi plastično kapalko in tekočino prenesi v isto čašo.
 4. Med mešanjem na magnetnem mašalniku s kapalko po kapljicah dodajaj celotno raztopino **R2**.
 5. Posodico z oznako **R2** speri z 1 mL vode, pri tem uporabi plastično kapalko in tekočino prenesi v isto čašo.
 6. Med mešanjem na magnetnem mašalniku s kapalko po kapljicah dodaj celotno raztopino piridina (**Py**).
 7. Mešaj še 5 minut.
 8. Vstavi lij za nučanje na bučko z okroglim dnom, tako sestaviš aparaturo za vakuumsko filtracijo.
 9. Produkt odnučaj in ga speri s tremi porcijami vode po 10 mL
 10. Po končanem spiranju z vodo, prosi laboratorijskega asistenta, da pobere filtrat, da se ti ne polije. V ta namen dvigni zeleno kartico z vprašajem, izklopi črpalko in odklopi vakuumsko cev. Odstrani nučo in izroči bučko laboratorijskemu asistentu. Laboratorijski asistent bo filtrat zavrgel in ti vrnil prazno bučko.
 11. Ponovno sestavi filtrirni sistem in pusti, da se produkt **1 uro** suši ob vklopljenem vakuumu. Med sušenjem **je pomembno**, da s spatulo na nuči razdrobiš morebitne grudice produkta.
 12. Po končanem sušenju produkt previdno prenesi v vnaprej stehtano posodico z oznako „**A + Student Code**“. V ta namen uporabi priložen rumeni papir.

- Q1.1** Laboratorijski asistent **bo** tvoj produkt **prevzel** ob koncu izpita. Oba (ti in laboratorijski asistent) morata **podpisati** list za odgovore. 10pt
- Organizatorji bodo tvoj produkt pred tehtanjem dodatno posušili v sušilniku, pri tem **je pomembno, da si produkt**, predno si ga prenesel v posodico, **1 uro sušil na vakuumu in razbil vse grudice**, tako da se odstrani večina vode. (Produkt, ki **ne bo prenesen** v posodico, **ne bo prevzet** in za sintezo boš prejel **NIČ točk**.)

Del B. Kvantitativna analiza

Za določitev koncentracije M^{k+} v raztopini **R1-an** boš uporabil kompleksometrično titracijo. V merilni bučki z oznako **R1-an** je 10.0 mL raztopine M^{k+} , z enako koncentracijo, kot je bila v posodici z oznako **R1-syn**, ki si jo uporabil v **delu A**.

1. Raztopino **R1-an** v merilni bučki **razredči** do oznake z H_2O in temeljito **premešaj**.
2. **Napolni** bireto z 0.0770 M **EDTA**.
3. V erlenmajerico **odmeri** z merilno pipeto 10.0 mL alikvot razredčene raztopine **R1-an**, 5 mL amoniakalnega pufra (**NH_3 buffer**) ter konico plastične lopatice indikatorja (**Eriochrome**; lopatica se nahaja znotraj posode za vzorec). Po uporabi stekleničko s pufrom **NH_3 buffer** **zapiši**.
4. Mešanico **titriraj** z 0.0770 M **EDTA** raztopino, dokler se barva ne spremeni v modro, ki ostane stabilna.
5. Po potrebi **ponovi** korake 3 in 4.

- Q1.2** V tabelo lahko **zapišeš** uporabljene volumne (V_0 , mL – začetna vrednost na bireti; V_f , mL – končna vrednost na bireti; T , mL – poraba pri titraciji). Ta tabela je namenjena, da ti olajša delo, in se ne bo ocenjevala. 0pt

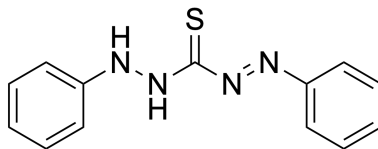
- Q1.3** **Zapiši** sprejeto končno porabo **EDTA** (V_{EDTA} , mL). 10pt

- Q1.4** Iz dobljenega rezultata, **izračunaj** razmerje med X^- in M^{k+} ($n_{X^-}/n_{M^{k+}}$), ki je bilo uporabljeno v sintezi. Odgovor **zaokroži** na dve decimalni mesti. 1pt

Del C. Kvalitativna analiza

V tem delu moraš opraviti različne kemijske teste, da določiš sestavine spojine **A**.

1. V Eppendorfovi posodici (epici) **pripravi** 0.4 mL raztopine kompleksa **A** tako, da ga raztopiš v topilu, ki ga s kapalko vzameš iz epice, označene **Solvent**, ter ga dodaš do oznake 0.4 mL. Če se vzorec ne raztopi popolnoma, epico pretresi in za nadaljne preskuse uporabi supernatant (raztopino nad oborino).
2. V epici **pripravi** 0.4 mL raztopine indikatorja Dition (Dithiz.) tako, da s kapalko iz epice, označene **Solvent**, preneseš topilo do oznake 0.4 mL. Struktura indikatorja je prikazana spodaj.



3. **Vzemi** štiri prazne epice in v vsako **daj** po 1 kapljico pripravljene raztopine **A**.
4. Posamezne teste **T1–T4 izvedi** tako, da v vsako od štirih epic **dodaš** naslednje reagente:
- **T1:** 2 kapljici **Fe³⁺** (acidified Fe(NO₃)₃)
 - **T2:** 2 kapljici pripravljene raztopine **Dithizone**
 - **T3:** 2 kapljici **Cu²⁺** (CuSO₄)
 - **T4:** 2 kapljici **Cu²⁺** (CuSO₄), nato 3 kapljice **CH₂Cl₂** ter **premešaj**.

Lahko opraviš dodatne teste; za to imaš na voljo dodatno opremo in kemikalije (npr. raztopine Py in X[−]).

Dodatne informacije: $\rho(\text{CH}_2\text{Cl}_2) = 1.32 \text{ g/cm}^3$

Q1.5 **Označi** polje(-a), ki ustreza(-jo) tvojim opažanju(-jem) pri testih **T1 - T3**. 3pt

(a) Ni vidnih sprememb
(b) Nastanek oborine
(c) Raztopina je postala brezbarvna
(d) Raztopina je postala rdeča ali rožnata

Q1.6 **Označi** polje(-a), ki ustreza(-jo) tvojim opažanju(-jem) pri testu **T4**. 1pt

(a) Vodna faza je spremenila barvo
(b) Vodna faza ni spremenila barve
(c) CH₂Cl₂ faza je spremenila barvo
(d) CH₂Cl₂ faza ni spremenila barve

Q1.7 Zgoraj navedeni testi **T1–T4** so namenjeni določanju posameznih delov kompleksa **A**. **Označi** polje(-a), ki pravilno opisuje(-jo) rezultat(-e) vsakega testa. 4pt

(a) Ugotavlja prisotnost kovine M^{k+}
(b) Ugotovi prisotnost liganda X[−]
(c) Ugotavlja prisotnost liganda Py
(d) Ugotovi odsotnost liganda Py

Q1.8 **Določi** ligand X[−] in kovino M^{k+}, skupaj z njenim nabojem v kompleksu **A**. 2pt

Q1.9 Iz spodnjega seznama **izberi** pravilno stehiometrijo M^{k+}/X^{-} na podlagi tvojih dobljenih rezultatov. Kot presežek reagenta smatraj že tako majhno količino prebitka kot je 1 mol%.

1pt

(a) M^{k+} in X^{-} sta uporabljena v stehiometrični količini

(b) M^{k+} je uporabljen v presežku

(c) X^{-} je uporabljen v presežku

Q1.10 **Napiši** molekulsko formulo kompleksa **A**, ob predpostavki, da sledi pravilu 18 elektronov.

1pt

DELEGATION PRINT

Experiment



Q2-1

Slovenian (Slovenia)

P2. Atlas encimov

Oprema

Predmet	Količina	Oznaka
Stojalo za epice	2	
Mikropipeta, 10-100 μL	1	
Nastavki za mikropipeto (tipsi)	40	
Škatla za tipse	1	
Mikrotitrna plošča s 96 vdolbinicami	2	

Kemikalije

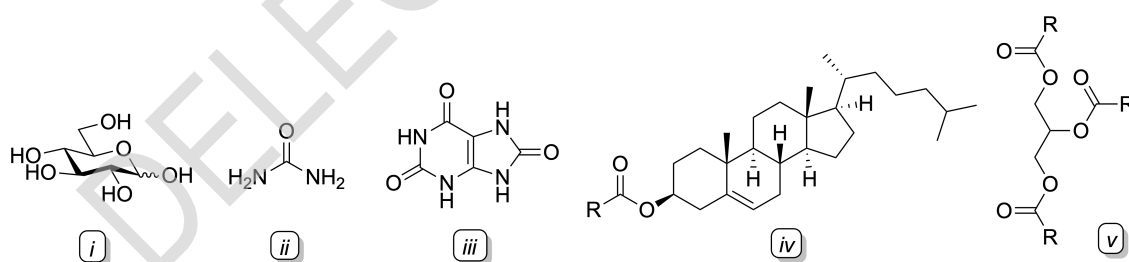
Ime	Stanje	Koncentracija	Količina	Se nahaja v	Oznaka
Del A					
Zmes E1	aq	-	4 mL	Epica, 5 mL	E1
Zmes E2a	aq	-	4 mL	Epica, 5 mL	E2a
Zmes E2b	aq	-	4 mL	Epica, 5 mL	E2b
Zmes E3	aq	-	4 mL	Epica, 5 mL	E3
Zmes E4	aq	-	4 mL	Epica, 5 mL	E4
Zmes E5	aq	-	4 mL	Epica, 5 mL	E5
Raztopine substratov S1-S10	aq	-	0.5 mL	Epica, 0.5 mL	S1-S10
Del B					
Raztopine substratov M1-M3	aq	-	0.5 mL	Epica, 0.5 mL	M1-M3
Del C					
Raztopine substratov W1-W7	aq	-	0.5 mL	Epica, 0.5 mL	W1-W7

11 % celote									
Vpraša- nje	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	Sku- paj
Točke	50	2	4	1	5	9	35	2	108



Atlas je gladka enostranska tkanina, stkana iz naravne svile. Atlas ni zgolj preprosta tkanina – je stkana kronika edinstvene uzbeške kulture in identitete.

Encimske zmesi se uporabljajo za kvalitativno in kvantitativno analizo organskih snovi v bioloških tekočinah (plazmi, urinu itd.). Raztopine **E1–E5** lahko vsebujejo enega ali več encimov. Vsebujejo tudi vse potrebne pomožne snovi (pufer in druge sestavine). Raztopine **E1–E5** so namenjene selektivnemu določanju i) glukoze, ii) sečnine, iii) sečne kisline, iv) estrov holesterola in v) trigliceridov.



Vse reakcijske zmesi v tej nalogi pripravi na mikrotitrski plošči s 96 vdolbinicami z uporabo mikropipete. Spodnja navodila veljajo pri izvedbi reakcije med katero koli raztopino substrata in katero koli encimsko zmesjo **E1–E5**:

- Pri vseh reakcijskih preizkusih, razen pri tistih z **E2**, **dodaj** 20 μL raztopine substrata k 100 μL encimske raztopine in **inkubiraj** (pusti reagirati) približno 5 min pri sobni temperaturi.
- Pri zmesi **E2** (sestavljeni iz ločenih raztopin **E2a** in **E2b**) **dodaj** 20 μL raztopine substrata k 100 μL raztopine **E2a**. **Inkubiraj** približno 5 min pri sobni temperaturi. Tej zmesi **dodaj** 100 μL raztopine **E2b** in jo **še naprej** inkubiraj približno 5 min pri sobni temperaturi.
- Če preiskovana raztopina vsebuje specifični substrat, se barva zmesi razlikuje od barve drugih raz-

topin brez tega specifičnega substrata.

Del A

Na voljo imaš 10 raztopin **S1–S10** s sledečo sestavo: vsaka raztopina **S1–S10** vsebuje le dve izmed petih snovi *i–v*. **S1–S10** vsebujejo različne kombinacije snovi *i–v*. Sestava **S1–S5** je:

- **S1:** *i + ii*
- **S2:** *i + iv*
- **S3:** *ii + iii*
- **S4:** *iii + v*
- **S5:** *iv + v*

Testiraj vsako od raztopin **S1–S10** z vsako encimsko zmesjo **E1–E5**. Epice v stojalu niso nujno razporejene po vrstnem redu. Nekateri substrati so lahko videti kot motne raztopine ali suspenzije.

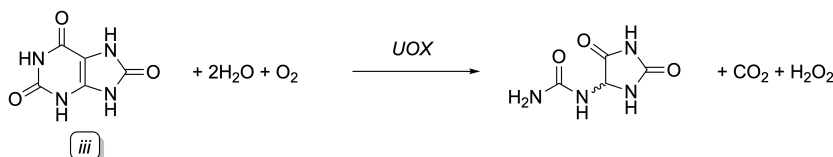
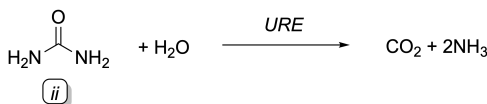
Q2.1 **Označi** polje z ustrezno spremembo barve za vsako encimsko zmes **E1–E5** s substrati **S1–S10** glede na začetno barvo **E1, E2a, E3, E4** in **E5**. Barvne oznake so podane spodaj: 50pt

N - brez spremembe barve
Y - sprememba v rumeno
G - sprememba v zeleno
B - sprememba v črno
PR - sprememba v rožnato/rdečo

Q2.2 **Označi** polje pri paru oziroma parih encim–substrat, pri katerih si dobil poziti- 2pt
ven rezultat.

Q2.3 **Označi** polja pri ustreznih substratih, prisotnih v **S6–S10**. 4pt

Spodaj so prikazane reakcijske sheme encimov, substratov *i–v* in dodatnih sestavin zmesi **E1–E5**:



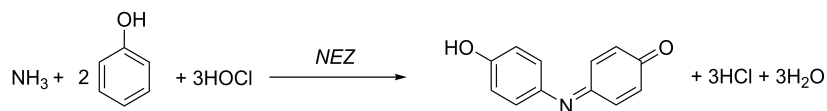
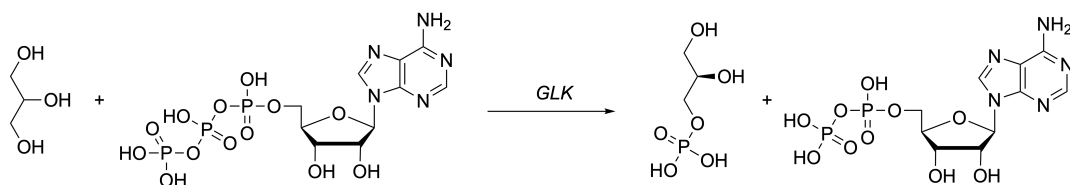
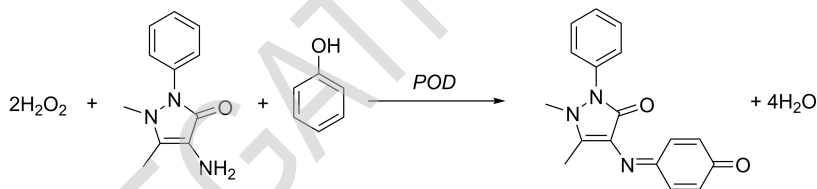
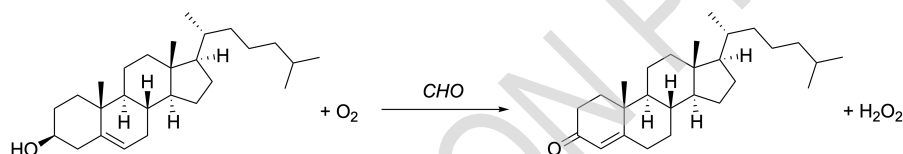
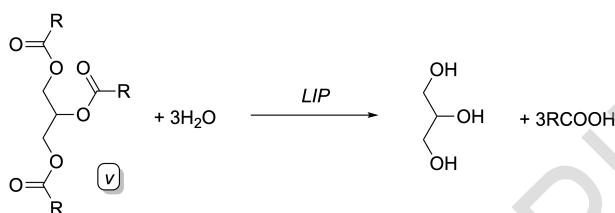
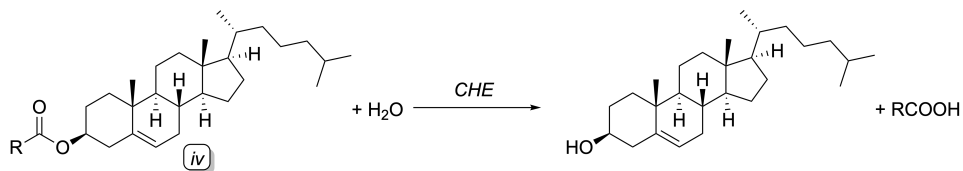
Experiment



58th International
Chemistry Olympiad
Uzbekistan 2026

Q2-4

Slovenian (Slovenia)



Experiment

Vse zgornje reakcije so urejene. Okrajšave:

- Glukoza oksidaza – *GOD*
- Ureaza – *URE*
- Urikaza – *UOX*
- Holesterol esteraza – *CHE*
- Lipaze – *LIP*
- Holesterol oksidaza – *CHO*
- Peroksidaza – *POD*
- Glicerol-3-fosfat oksidaza – *GPO*
- Glicerol kinaza – *GLK*
- Neencimska reakcija – *NEZ*

Q2.4	Intenzivno obarvani produkti nastanejo le pri dveh reakcijah z zgornjega seznama. Označi polja pri reakcijah, pri katerih nastanejo obarvani produkti.	1pt
-------------	--	-----

Q2.5	Označi encime, ki so prisotni v reakcijskih zmesih E1–E5 .	5pt
-------------	--	-----

Del B

Encimi **E2**, **E4** in **E5** dajejo pozitivne reakcije s substrati **F**, **G** oziroma **H**. Raztopine **M1**, **M2** in **M3** vsebujejo vse substrate **F**, **G** in **H** v različnih koncentracijah. Pri raztopinah **M1–M3** je po približno 5 min intenziteta barve reakcijske zmesi linearno odvisna od začetne koncentracije substrata. Predpostavi, da približno 5 min zadostuje za popolno pretvorbo substrata.

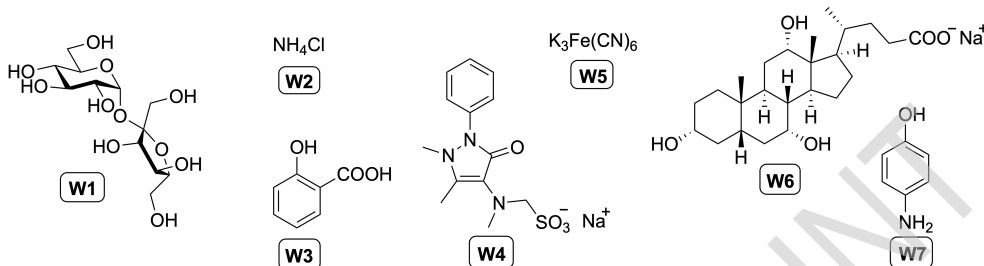
Testiraj vsako od raztopin **M1–M3** z vsako encimsko zmesjo **E2**, **E4** in **E5**. Nekateri substrati so lahko videti kot motne raztopine ali suspenzije.

Q2.6	Na podlagi izvedenih reakcij razvrsti M1–M3 po naraščajoči koncentraciji vsakega izmed substratov F , G in H .	9pt
-------------	---	-----

Experiment

Del C

Nekatere ali vse snovi **W1–W7** lahko reagirajo s sestavinami zmesi **E1–E5** in motijo natančno določanje njihovih naravnih substratov. Snovi **W1–W7** so podane spodaj:



Testiraj vsako od snovi **W1–W7** z vsako encimsko zmesjo **E1–E5**. Nekateri substrati so lahko videti kot motne raztopine ali suspenzije.

Q2.7 **Označi** polje z ustrezno spremembo barve za vsako encimsko zmes **E1–E5** s snovmi **W1–W7**. Uporabi enake barvne oznake kot v **Q2.1**. Barvo reakcijskih zmesi primerjaj z začetno barvo **E1**, **E2a**, **E3**, **E4**, in **E5**. 35pt

Q2.8 **Zapiši** urejeno(-e) reakcijsko(-e) enačbo(-e), ki opisuje(-jo) pozitivni(-e) test(-e) iz naloge **Q2.7**. 2pt

Experiment



Q3-1

Slovenian (Slovenia)

P3. Dogodivščine Hodže Nasredina

Oprema

Predmet	Količina	Oznaka
Del A		
pH-meter s stojalom in elektrodo, shranjeno v 3 M KCl	1	
Merilna pipeta, 50 mL	1	
Steklena palčka	1	
Del B		
Termometer	1	
Lij za filtriranje	1	
Vata	1	
Steklena čaša, 200 mL	2	
Merilni valj, 50 mL	1	
Plastična Pasteurjeva pipeta (kapalka), 3 mL	2	
Plastični kozarec, 250 mL	20	

Kemikalije

Ime	Stanje	Koncentracija	Količina	Se nahaja v	Oznaka
Del A					
Raztopina X3	aq	Potrebno določiti	200 mL	Plastenka, 250 mL	X3
Raztopina X4	aq	Potrebno določiti	200 mL	Plastenka, 250 mL	X4
Raztopina X5	aq	Potrebno določiti	200 mL	Plastenka, 250 mL	X5
Raztopina X6	aq	Potrebno določiti	200 mL	Plastenka, 250 mL	X6
Del B					
Raztopina Y1	aq	-	3 mL	Epica, 4 mL	Y1
Narezano rdeče zelje	s	-	15 g	Steklenica, 100 mL	RC
Klorovodikova kislina	aq	0.0100 M	100 mL	Plastenka, 250 mL	HCl 0.01 M

Experiment

15 % celote										
Vpraša- nje	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	Skupaj
Točke	2	0	50	12	1	9	2	10	1	87

Del A

Kemik Nasredin je pripravil raztopine **različnih kislin** z enako vrednostjo pH. V ta namen je uporabil:

- močno monoprotično kislino HA,
- šibko monoprotično kislino HB,
- diprotično kislino H₂C.

Dobil je šest raztopin (**X1–X6**), vse z **enako vrednostjo pH** (zaokroženo na najbližje celo število). Med temi šestimi raztopinami so bile tri raztopine posameznih kislin in tri zmesi parov kislin, ki so vsebovale posamezni kislini v molskem razmerju 1 : 1 (ne nujno v spodaj navedenem vrstnem redu).

HA	HB	H ₂ C	HA + HB (1 : 1)	HA + H ₂ C (1 : 1)	HB + H ₂ C (1 : 1)
----	----	------------------	--------------------	----------------------------------	----------------------------------

V tem delu moraš **izvesti titracije** raztopin **X3–X6** z uporabo pH-metra. Nasredin je na poti na IChO 2026 žal izgubil raztopini **X1** in **X2**, vendar je obljubil, da ti bo pomagal pri določanju njune sestave.

1. Z merilno pipeto **prenesi** 50.0 mL raztopine **X3** v **plastični kozarec**.
2. S pH-metrom **izmeri** vrednost pH raztopine **X3**.

Q3.1 Označi vrednost pH raztopine **X3**, zaokroženo na najbližje celo število.

2 pt

3. S pomočjo pH-metra **titriraj** 50.0 mL raztopine **X3** z raztopino 0.0100 M NaOH, tako da dodajaš **0.5 mL-odmerke** raztopine NaOH in meriš vrednost pH nastale raztopine, dokler ne doseže ~10. Pri tem poskusu **ne uporablaj** magnetnega mešala.
4. **Zabeleži** vrednosti pH. Kadar je potrebna natančnejša meritev, **počakaj**, da je prikazana vrednost pH stabilna vsaj 5 sekund.
5. **Ponovi** korake 1, 3 in 4 za **X4–X6**.

Q3.2 Zabeleži rezultate titracij raztopin **X3–X6**. Titracijske krivulje si v pomoč **lahko skiciraš** v pripravljene mreže ("milimetrski papir"), ki pa ne bodo predmet ocenjevanja.

0 pt

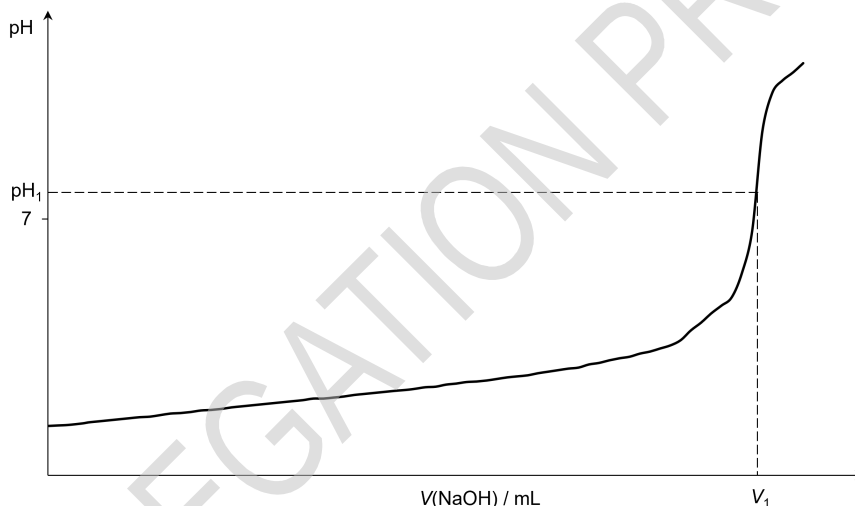
Experiment

Q3.3 Določi območja volumnov NaOH (v mL), ki ustrezajo ekvivalentnim točkam pri titracijah raztopin **X3–X6**. Na podlagi rezultatov iz naloge **Q3.2** označi ustrezna polja. 50 pt

Če je na primer ekvivalentna točka v območju $4.0 < V \leq 4.5$, moraš označiti polje, kot je prikazano spodaj:

V_{NaOH}	3.5	☐	4.0	☒	4.5	☐	5.0
-------------------	-----	--------------------------	-----	-------------------------------------	-----	--------------------------	-----

Nasredin je dobil naslednjo titracijsko krivuljo za 50.0 mL raztopine **X1** z raztopino 0.0100 M NaOH, pri čemer je $V_1 = 34.75$ mL:



Poleg tega ti sporoča, da je pri raztopini **X2** razmerje med skupnim volumnom $V(\text{NaOH})$, potrebnim za doseg druge ekvivalentne točke, in volumnom $V(\text{NaOH})$, potrebnim za doseg prve ekvivalentne točke, približno 3 : 2.

Q3.4 Določi sestavo raztopin **X1–X6**. Označi ustrezna polja. 12 pt

Q3.5 Navedi vrednost pH raztopine, ki jo dobiš z mešanjem enakih volumnov raztopin **X1–X6**. 1 pt

Del B

Nasredin je pripravil tudi univerzalna indikatorja **Y1** in **Y2** za kislinsko-bazno titracijo. Izvleček iz rdečega zelja je označil z **Y2**.

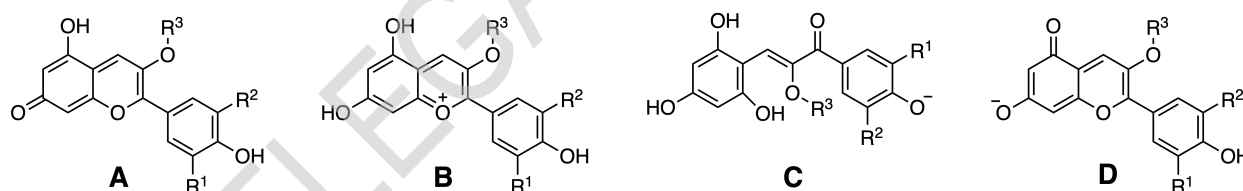
Pripravi svežo raztopino **Y2** iz rdečega zelja po naslednjem postopku:

1. **Prenesi** vse narezano rdeče zelje v stekleno čašo s prostornino 200 mL in dodaj 60 mL vode.
2. **Postavi** čašo na grelno ploščo in jo **segrevaj** pri 70–95°C 20 min.
3. **Filtriraj** izvleček skozi lij z vato in **zberi** raztopino **Y2** v čisti stekleni čaši s prostornino 200 mL.
4. Z uporabo razpoložljivih raztopin in opreme **določi** zaporedje barvnih prehodov indikatorja **Y2** ob spreminjanju vrednosti pH. Najzanesljivejše rezultate dobiš z uporabo 100 µL indikatorja **Y2** na 1 mL analita.

Q3.6 **Razvrsti** barve indikatorja **Y2** po naraščajoči vrednosti pH z uporabo spodaj na- 9 pt
vedenih barvnih okrajšav.

Rde- ča/rožnata	Rumena	Zelena	Modra	Vijolična
R	Y	G	B	V

Izvleček rdečega zelja vsebuje antocianine, ki dajejo tako širok razpon barv. Spodaj so prikazane strukture antocianinov pri različnih vrednostih pH:



Q3.7 **Razvrsti** A–D glede na to, katere strukture prevladujejo pri spreminjanju vre- 2 pt
dnosti pH od nizke proti visoki.

Za pripravo **Y1** je Nasredin zmešal po dva indikatorja iz spodnje preglednice:

#	Indikator	Območje pH barvnega prehoda
1	Bromfenol modro (BPB)	rumena < 3.0 – 4.6 < modra
2	Kongo rdeče (CR)	modra < 3.0 – 5.2 < rdeča
3	Bromkrezol zeleno (BG)	rumena < 3.8 – 5.4 < modra
4	Metil rdeče (MR)	rdeča < 4.4 – 6.2 < rumena
5	Klorfenol rdeče (CPR)	rumena < 5.2 – 6.8 < vijolična
6	Bromtimol modro (BTB)	rumena < 6.0 – 7.6 < modra
7	Fenol rdeče (PR)	rumena < 6.8 – 8.2 < rožnata
8	Timol modro (TB)	rumena < 8.0 – 9.6 < modra
9	Fenolftalein (PP)	brezbarvna < 8.2 – 10.0 < rožnata
10	Alizarin rumeno R (AYR)	rumena < 10.1 – 12.0 < rdeča

S pH-metrom in razpoložljivimi raztopinami **določi** območja pH barvnih prehodov indikatorja **Y1**. Najzanesljivejše rezultate dobiš z uporabo 5 μ L indikatorja **Y1** na 1 mL analita.

Q3.8	Označi ustrezna polja za območja pH barvnih prehodov indikatorja Y1 .	10 pt
Q3.9	Določi sestavo indikatorja Y1 . Označi ustrezna polja.	1 pt

Experiment



A0-1

English (Official)

Extra equipment and chemicals

Q0.1 (-40pt)

Item	Penalty	Student signature	Assistant signature
	Free		
	1/40 practical exam points		
	1/40 practical exam points		
	1/40 practical exam points		
	1/40 practical exam points		
	1/40 practical exam points		

Safety violations

Type of violation	Penalty	Student signature	Assistant signature
	Warning		
	Disqualification (40 Points)		

Experiment



A1-1

English (Official)

P1. Synthesise and analyse (A new complex problem)

14% of total											
Question	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	Total
Points	10	0	10	1	3	1	4	2	1	1	33
Result											

Q1.1 (10pt)

Product A submitted	Yes ☐	No ☐	No vial ☐
Student signature _____		Assistant signature _____	

Q1.2 (0pt)

No	V ₀ , mL	V _f , mL	T, mL

Q1.3 (10pt)

V_{EDTA} = _____ mL

Q1.4 (1pt)

$n_{X^-}/n_{M^{k+}} =$ _____

Experiment



A1-2

English (Official)

Q1.5 (3pt)

	T1	T2	T3
a	☐	☐	☐
b	☐	☐	☐
c	☐	☐	☐
d	☐	☐	☐

Q1.6 (1pt)

	T4
a	☐
b	☐
c	☐
d	☐

Q1.7 (4pt)

	T1	T2	T3	T4
a	☐	☐	☐	☐
b	☐	☐	☐	☐
c	☐	☐	☐	☐
d	☐	☐	☐	☐

Experiment



A1-3

English (Official)

Q1.8 (2pt)

X^- : ☐ OCN^- ☐ SCN^-	M^{k+} : _____
---	------------------

Q1.9 (1pt)

a	☐
b	☐
c	☐

Q1.10 (1pt)

A: _____

Experiment



58th International
Chemistry Olympiad
Uzbekistan 2026

A2-1

English (Official)

P2. Atlas of Enzymes

11% of total									
Question	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	Total
Points	50	2	4	1	5	9	35	2	108
Results									

Q2.1 (50pt)

	S1 <i>i + ii</i>		S2 <i>i + iv</i>		S3 <i>ii + iii</i>		S4 <i>iii + v</i>		S5 <i>iv + v</i>	
E1	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
E2	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
E3	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
E4	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
E5	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
	S6		S7		S8		S9		S10	
E1	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
E2	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
E3	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
E4	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR
E5	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR	☐ N ☐ Y ☐ G	☐ B ☐ PR

Q2.2 (2pt)

E1	☐ <i>i</i> ☐ <i>ii</i> ☐ <i>iii</i>	☐ <i>iv</i> ☐ <i>v</i>
E2	☐ <i>i</i> ☐ <i>ii</i> ☐ <i>iii</i>	☐ <i>iv</i> ☐ <i>v</i>
E3	☐ <i>i</i> ☐ <i>ii</i> ☐ <i>iii</i>	☐ <i>iv</i> ☐ <i>v</i>
E4	☐ <i>i</i> ☐ <i>ii</i> ☐ <i>iii</i>	☐ <i>iv</i> ☐ <i>v</i>
E5	☐ <i>i</i> ☐ <i>ii</i> ☐ <i>iii</i>	☐ <i>iv</i> ☐ <i>v</i>

Q2.3 (4pt)

S6		S7		S8		S9		S10	
☐ <i>i</i>	☐ <i>iv</i>	☐ <i>i</i>	☐ <i>iv</i>	☐ <i>i</i>	☐ <i>iv</i>	☐ <i>i</i>	☐ <i>iv</i>	☐ <i>i</i>	☐ <i>iv</i>
☐ <i>ii</i>	☐ <i>v</i>	☐ <i>ii</i>	☐ <i>v</i>	☐ <i>ii</i>	☐ <i>v</i>	☐ <i>ii</i>	☐ <i>v</i>	☐ <i>ii</i>	☐ <i>v</i>
☐ <i>iii</i>		☐ <i>iii</i>		☐ <i>iii</i>		☐ <i>iii</i>		☐ <i>iii</i>	

Q2.123 (56.0pt)

Experiment



A2-2

English (Official)

Q2.4 (1pt)

<i>GOD</i>	<i>URE</i>	<i>UOX</i>	<i>CHE</i>	<i>LIP</i>	<i>CHO</i>	<i>POD</i>	<i>GPO</i>	<i>GLK</i>	<i>NEZ</i>
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Q2.5 (5.0pt)

Q2.5 (5pt)

	<i>GOD</i>	<i>URE</i>	<i>UOX</i>	<i>CHE</i>	<i>LIP</i>	<i>CHO</i>	<i>POD</i>	<i>GPO</i>	<i>GLK</i>	<i>NEZ</i>
E1	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E5	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Q2.6 (9pt)

F:

< <

G:

< <

H:

< <

Q2.7 (35pt)

Experiment



A2-3

English (Official)

Q2.7 (35pt)

	W1		W2		W3		W4		W5		W6		W7	
E1	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B
	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR
	☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G	
E2	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B
	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR
	☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G	
E3	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B
	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR
	☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G	
E4	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B
	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR
	☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G	
E5	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B	☐ N	☐ B
	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR	☐ Y	☐ PR
	☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G		☐ G	

Q2.8 (2pt)

DELEGATION PREPARED

P3. The Adventures of Hodja Nasreddin

[illegible]

Q3.1 (2pt)

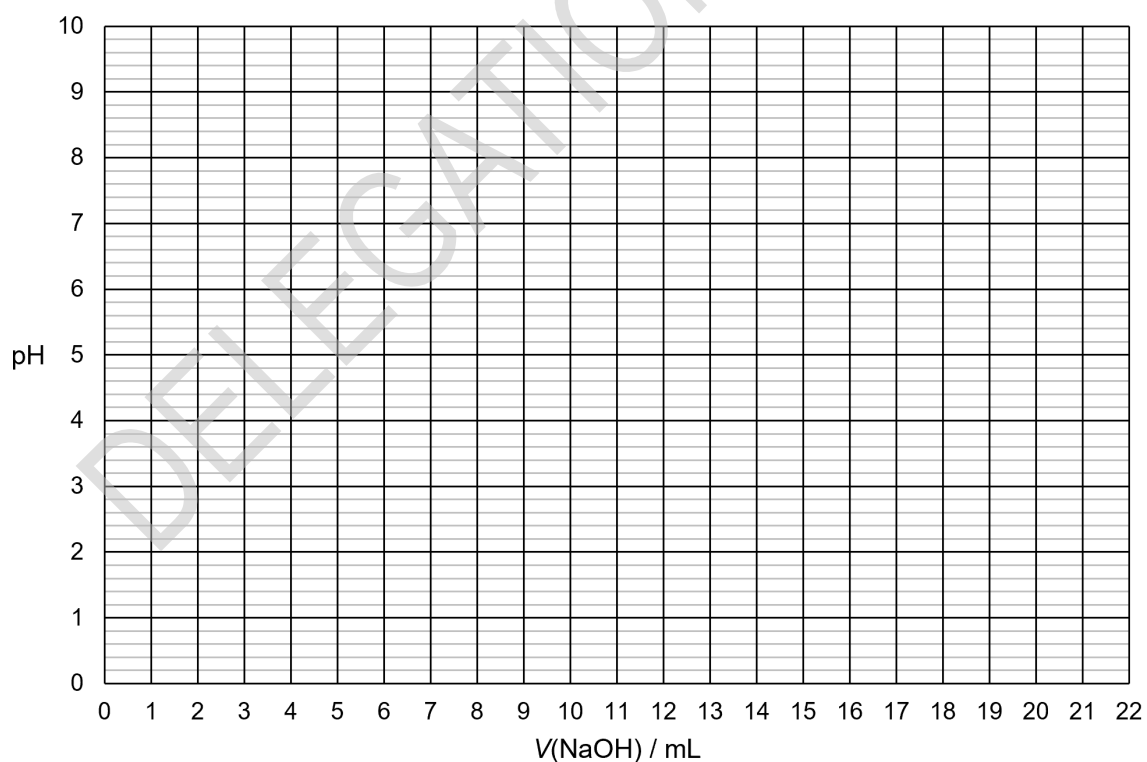
[illegible]

Experiment

Q3.2 (0pt)

X3

V_{NaOH}	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
pH									
V_{NaOH}	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
pH									
V_{NaOH}	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
pH									
V_{NaOH}	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5
pH									
V_{NaOH}	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0
pH									

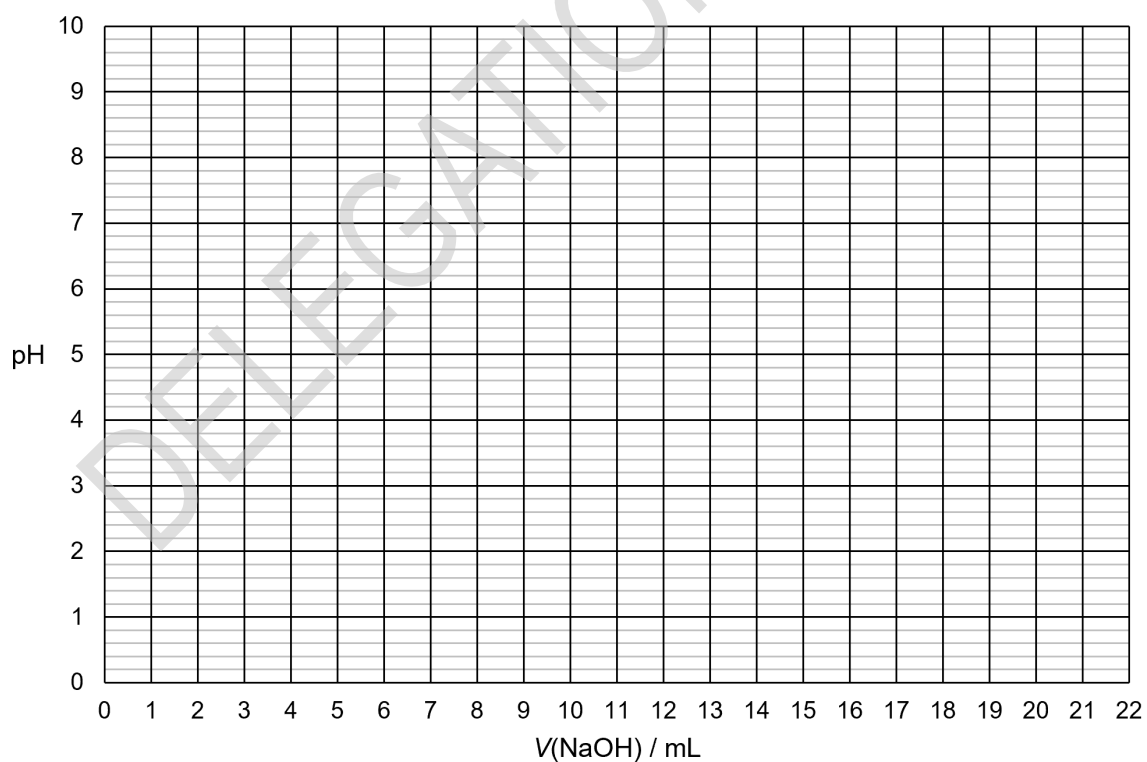


Experiment

Q3.2 (cont.)

X4

V_{NaOH}	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
pH									
V_{NaOH}	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
pH									
V_{NaOH}	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
pH									
V_{NaOH}	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5
pH									
V_{NaOH}	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0
pH									

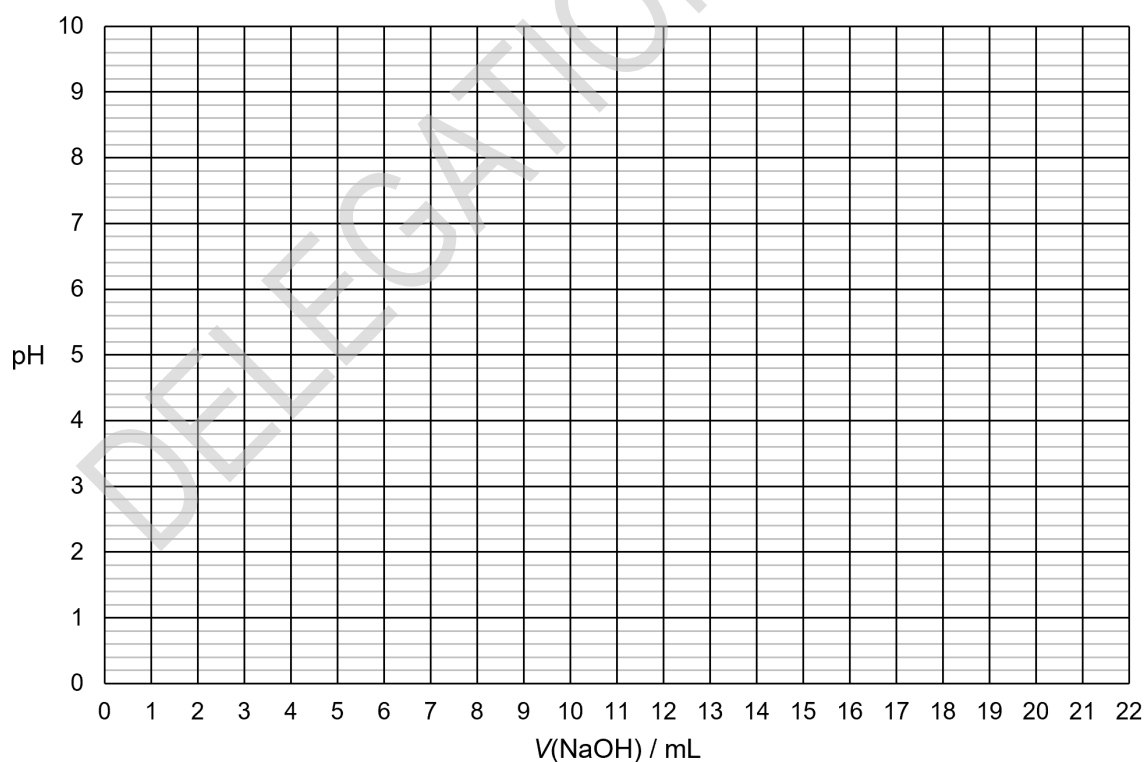


Experiment

Q3.2 (cont.)

X5

V_{NaOH}	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
pH									
V_{NaOH}	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
pH									
V_{NaOH}	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
pH									
V_{NaOH}	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5
pH									
V_{NaOH}	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0
pH									

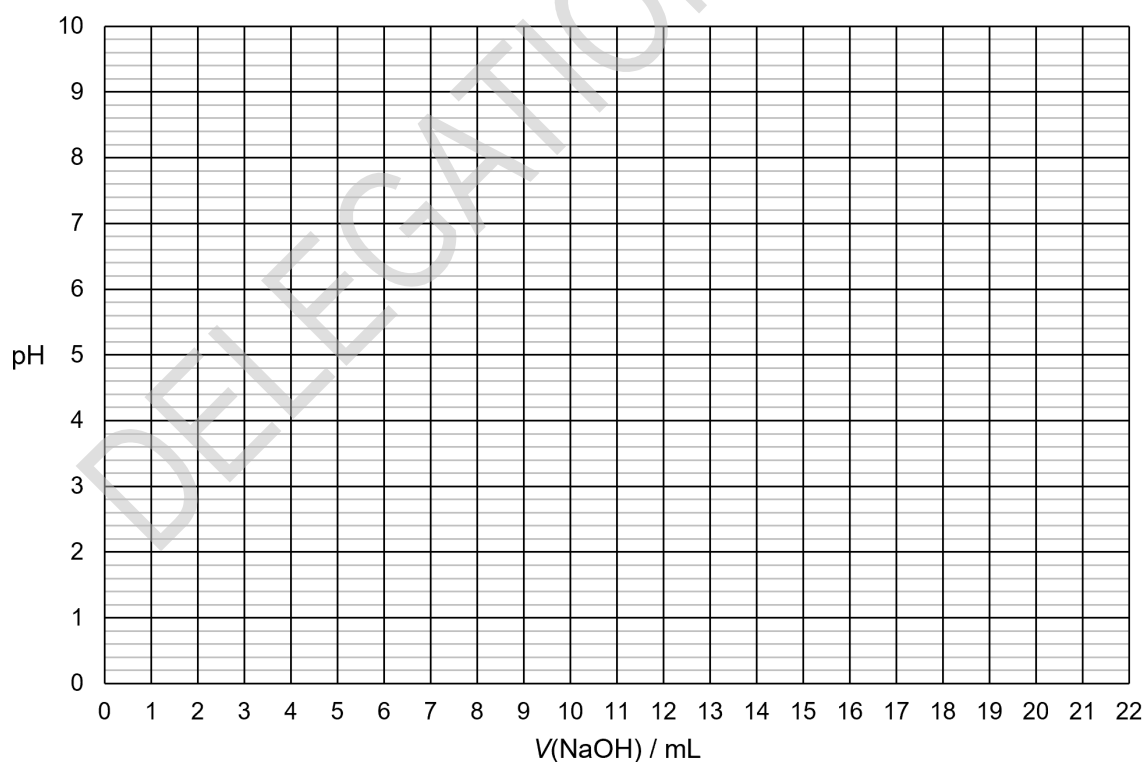


Experiment

Q3.2 (cont.)

X6

V_{NaOH}	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
pH									
V_{NaOH}	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
pH									
V_{NaOH}	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0
pH									
V_{NaOH}	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5
pH									
V_{NaOH}	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0
pH									



Experiment

Q3.3 (50pt)

X3

V_{NaOH}	0.0	☐	0.5	☐	1.0	☐	1.5	☐	2.0	☐	2.5	☐	3.0	☐	3.5
V_{NaOH}	3.5	☐	4.0	☐	4.5	☐	5.0	☐	5.5	☐	6.0	☐	6.5	☐	7.0
V_{NaOH}	7.0	☐	7.5	☐	8.0	☐	8.5	☐	9.0	☐	9.5	☐	10.0	☐	10.5
V_{NaOH}	10.5	☐	11.0	☐	11.5	☐	12.0	☐	12.5	☐	13.0	☐	13.5	☐	14.0
V_{NaOH}	14.0	☐	14.5	☐	15.0	☐	15.5	☐	16.0	☐	16.5	☐	17.0	☐	17.5
V_{NaOH}	17.5	☐	18.0	☐	18.5	☐	19.0	☐	19.5	☐	20.0	☐	20.5	☐	21.0

X4

V_{NaOH}	0.0	☐	0.5	☐	1.0	☐	1.5	☐	2.0	☐	2.5	☐	3.0	☐	3.5
V_{NaOH}	3.5	☐	4.0	☐	4.5	☐	5.0	☐	5.5	☐	6.0	☐	6.5	☐	7.0
V_{NaOH}	7.0	☐	7.5	☐	8.0	☐	8.5	☐	9.0	☐	9.5	☐	10.0	☐	10.5
V_{NaOH}	10.5	☐	11.0	☐	11.5	☐	12.0	☐	12.5	☐	13.0	☐	13.5	☐	14.0
V_{NaOH}	14.0	☐	14.5	☐	15.0	☐	15.5	☐	16.0	☐	16.5	☐	17.0	☐	17.5
V_{NaOH}	17.5	☐	18.0	☐	18.5	☐	19.0	☐	19.5	☐	20.0	☐	20.5	☐	21.0

X5

V_{NaOH}	0.0	☐	0.5	☐	1.0	☐	1.5	☐	2.0	☐	2.5	☐	3.0	☐	3.5
V_{NaOH}	3.5	☐	4.0	☐	4.5	☐	5.0	☐	5.5	☐	6.0	☐	6.5	☐	7.0
V_{NaOH}	7.0	☐	7.5	☐	8.0	☐	8.5	☐	9.0	☐	9.5	☐	10.0	☐	10.5
V_{NaOH}	10.5	☐	11.0	☐	11.5	☐	12.0	☐	12.5	☐	13.0	☐	13.5	☐	14.0
V_{NaOH}	14.0	☐	14.5	☐	15.0	☐	15.5	☐	16.0	☐	16.5	☐	17.0	☐	17.5
V_{NaOH}	17.5	☐	18.0	☐	18.5	☐	19.0	☐	19.5	☐	20.0	☐	20.5	☐	21.0

Experiment

Q3.3 (cont.)

X6

V_{NaOH}	0.0	☐	0.5	☐	1.0	☐	1.5	☐	2.0	☐	2.5	☐	3.0	☐	3.5
V_{NaOH}	3.5	☐	4.0	☐	4.5	☐	5.0	☐	5.5	☐	6.0	☐	6.5	☐	7.0
V_{NaOH}	7.0	☐	7.5	☐	8.0	☐	8.5	☐	9.0	☐	9.5	☐	10.0	☐	10.5
V_{NaOH}	10.5	☐	11.0	☐	11.5	☐	12.0	☐	12.5	☐	13.0	☐	13.5	☐	14.0
V_{NaOH}	14.0	☐	14.5	☐	15.0	☐	15.5	☐	16.0	☐	16.5	☐	17.0	☐	17.5
V_{NaOH}	17.5	☐	18.0	☐	18.5	☐	19.0	☐	19.5	☐	20.0	☐	20.5	☐	21.0

Q3.4 (12pt)

	HA	HB	H ₂ C	HA + HB (1:1)	HA + H ₂ C (1:1)	HB + H ₂ C (1:1)
X1	☐	☐	☐	☐	☐	☐
X2	☐	☐	☐	☐	☐	☐
X3	☐	☐	☐	☐	☐	☐
X4	☐	☐	☐	☐	☐	☐
X5	☐	☐	☐	☐	☐	☐
X6	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Q3.5 (1pt)

pH = _____

English (Official)

$$\boxed{} < \boxed{} < \boxed{} < \boxed{} < \boxed{}$$

$$\square < \square < \square < \square$$

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 pH

[illegible]