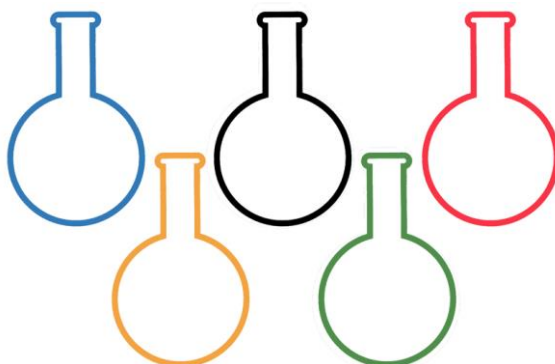


2. UTTAKSPRØVE



til den
54. internasjonale kjemiolympiaden
2022



Dag: Torsdag 17. februar 2022

Varighet: 180 minutter.

Hjelpemidler: Lommeregner og "Tabeller og formler i kjemi".

Maksimal poengsum: 100 poeng.

Oppgavesettet er på **11** sider (inklusive forsiden og svarark)
og har **6** oppgaver

www.kjemiolympiaden.no

SVARARK - 2. UTTAKSPRØVE

Navn: _____ Skole: _____

E-postadresse: _____

Mobil: _____ Fødselsdato: _____

Vi legger ut resultatliste med de 50 beste i 2. runde. **Hvis du er blant de 50 beste i 2. runde er det greit at navnet ditt står på resultatlista?**

Sett kryss:

JA	☐
----	--------------------------

NEI	☐
-----	--------------------------

Oppgave 1

Oppgave nr	Svar
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Oppgave 1 (20 poeng – 2 per deloppgave)

Hvert av spørsmålene i denne oppgaven skal besvares ved å angi bokstavkoden til det alternativet som er korrekt. *Kun ett svar* er korrekt for hvert spørsmål.

- 1) Hva er det gjennomsnittlig oksidasjonstallet til karbon i de vanligste sukkertypene?
 - A) 0
 - B) -1
 - C) -2
 - D) +2

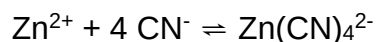
- 2) Elektrolyse av natriumjodid i vann gir følgende produkter:
 - A) Natrium og jod
 - B) Hydrogen, natriumhydroksid og jod
 - C) Hydrogen, natriumhydroksid og oksyngengass
 - D) Natrium og oksyngengass

- 3) Hvilken av følgende forbindelser er en sekundær alkohol?
 - A) CH_3OH
 - B) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 - C) $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
 - D) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$

- 4) I et forsøk med kolorimetri skjedde det en systematisk feil ved tillaging av alle standardløsningene. De endte opp med lavere konsentrasjon enn det som var meningen uten at det ble oppdaget. Absorpsjonen til prøveløsningen ble målt på vanlig måte. Hva er riktig for resultatet fra forsøket?
 - A) Resultatet blir høyere enn den faktiske konsentrasjonen i prøveløsningen.
 - B) Resultatet blir riktig siden alle standardløsningene hadde for lav konsentrasjon.
 - C) Resultatet blir lavere enn den faktiske konsentrasjonen i prøveløsningen.
 - D) Vi kan ikke være sikre fordi vi ikke vet hvor stor feilen var.

- 5) Hva er standard cellepotensial i et galvanisk element med følgende cellediagram?
$$\text{Fe(s)}|\text{Fe}^{3+}(\text{aq})||\text{Cl}^{-}(\text{aq})|\text{Cl}_2(\text{g})$$
 - A) 1,40 V
 - B) 1,32 V
 - C) -1,32 V
 - D) -1,40 V

6) Hvilket alternativ er korrekt for følgende likevekt?

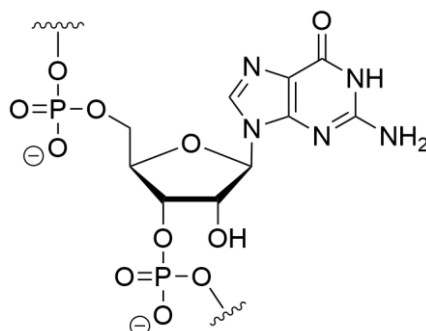


- A) Tilsetning av HCl fører til at likevekten forskyves mot venstre
- B) Tilsetning av NaCl fører til at likevekten forskyves mot høyre
- C) Tilsetning av KCN fører til at likevekten forskyves mot venstre
- D) Tilsetning av ZnCl_2 påvirker ikke likevekten

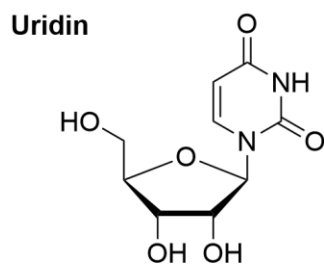
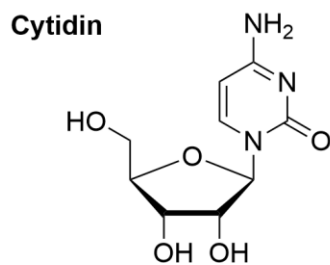
7) Hvilken av løsningene nedenfor blir en buffer etter blanding?

- A) 1 L 0,1 mol/L CH_3COOH og 1 L 0,05 mol/L HCl
- B) 1 L 0,1 mol/L KCH_3COO og 1 L 0,05 mol/L HCl
- C) 1 L 0,1 mol/L KCH_3COO og 1 L 0,05 mol/L KOH
- D) 1 L 0,1 mol/L CH_3COOH og 1 L 0,1 mol/L KOH

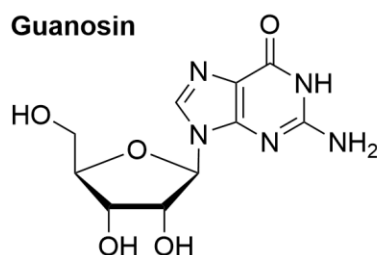
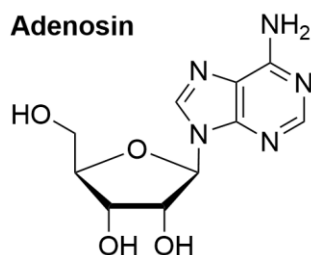
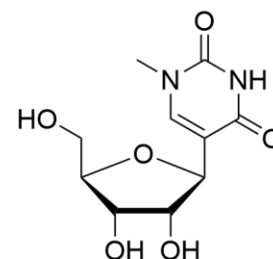
8) RNA er en nukleinsyre, som er en type biopolymerer bygget opp av nukleosider som er bundet sammen av fosfatgrupper. Hvert nukleosid i RNA består av sukkermolekylet ribose bundet til en nitrogenbase. Figuren nedenfor viser et utsnitt av en slik RNA-kjede, der guanin er nitrogenbasen. Hvilket av utsagnene er korrekt?



- A) Nukleinsyrer er kondensasjonspolymerer. RNA-kjeden er positivt ladet.
 - B) Nukleinsyrer er addisjonspolymerer. RNA-kjeden er positivt ladet.
 - C) Nukleinsyrer er kondensasjonspolymerer. RNA-kjeden er negativt ladet.
 - D) Nukleinsyrer er addisjonspolymerer. RNA-kjeden er negativt ladet.
- 9) Cytidin, uridin, adenosin og guanosin (figur på neste side) er de fire vanligst forekommende nukleosidene i RNA. N^1 -metylpseudouridin er et modifisert nukleosid som brukes i de to velkjente COVID-19 mRNA-vaksinene Comirnaty® og Spikevax®. Hvilket av utsagnene under er korrekt?

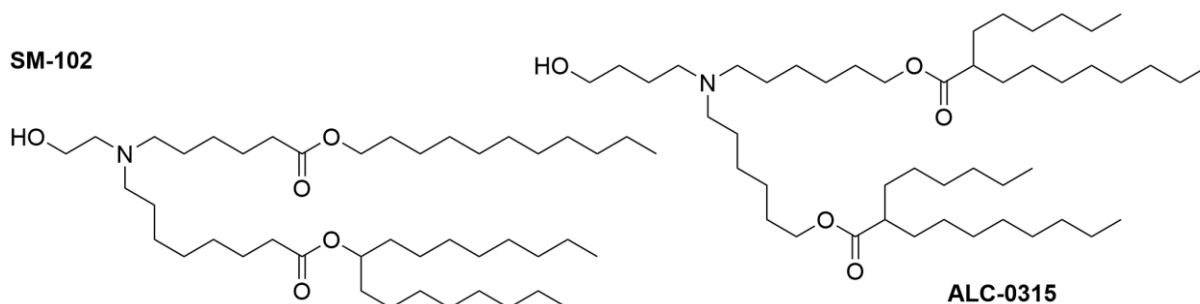


N¹-Metylpseudouridin



- A) Alle fem nukleosider over inneholder det samme antallet kirale karbonatomer. Nitrogenbasene i nukleosidene i RNA er alltid ordnet slik at en RNA-kjede ikke kan hydrogenbinde med en komplementær RNA-kjede på noen måte.
- B) Alle fem nukleosider over inneholder det samme antallet kirale karbonatomer. N¹-Metylpseudouridin er en isomer av nukleosidet uridin.
- C) N¹-Metylpseudouridin inneholder ett kiralt karbonatom mer enn de fire vanligste nukleosidene. Dette gjør at RNA med dette modifiserte nukleosidet brytes ned saktere i menneskekroppen, noe som er viktig for mRNA-vaksiner.
- D) Alle fem nukleosider over inneholder det samme antallet kirale karbonatomer. Pseudouridin er en isomer av nukleosidet uridin, der nitrogenbasen er bundet til ribosen med en karbon-karbon-binding i stedet for en karbon-nitrogen-binding.

10) Nukleinsyrene i COVID-19 mRNA-vaksiner leveres til celler i kroppen ved hjelp av små nanopartikler som har en membran bygget opp av fettlignende forbindelser. Blant stoffene inngår ioniserbare stoffer som SM-102 (brukt i vaksinen til Moderna) og ALC-0315 (brukt i vaksinen til Pfizer/BioNTech). De kjemiske strukturene til disse to forbindelsene er tegnet nedenfor. Hvilket av utsagnene er korrekt?



- A) SM-102 og ALC-0315 vil være negativt ladet ved lave til moderate pH-verdier, noe som er med på å stabilisere RNA-kjedene i nanopartiklene.
- B) SM-102 og ALC-0315 vil begge være tilnærmet nøytrale ved både lave og høye pH-verdier, noe som er med på å stabilisere innholdet av RNA i nanopartiklene.

- C) SM-102 og ALC-0315 vil være positivt ladet ved lave til moderate pH-verdier, noe som er med på å stabilisere RNA-kjedene i nanopartiklene.
- D) SM-102 og ALC-0315 vil være positivt ladet ved lave til moderate pH-verdier, og negativt ladet ved høye pH-verdier, noe som er med på å stabilisere RNA-kjedene i nanopartiklene.

Oppgave 2 (16 poeng)

I denne oppgaven skal vi se nærmere på de kjemiske egenskapene til hydrogenperoksid, H_2O_2 .

- a) Bestem riktig oksidasjonstall for H og O i forbindelsen.

Hydrogenperoksid i surt miljø er et sterkt oksidasjonsmiddel. Det kan blant annet oksidere metallisk jern til Fe^{3+} -ioner.

- b) Skriv en balansert reaksjonsligning for reaksjonen mellom jern og hydrogenperoksid.
- c) Avgjør om hydrogenperoksid i surt miljø er et sterkt nok oksidasjonsmiddel til å løse opp metallisk sølv.

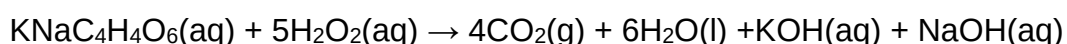
I basisk miljø er hydrogenperoksid et sterkt reduksjonsmiddel. I reduksjonsprosesser med H_2O_2 dannes *alltid* oksyngengass. Dette benyttes aktivt i laboratoriesammenheng når det er behov for O_2 , f.eks. ved å reagere H_2O_2 med NaOCl.

- d) Skriv balansert reaksjonsligning for reaksjonen mellom NaOCl og H_2O_2 .

H_2O_2 kan reagere med seg selv i en redoksreaksjon. Da vil noe H_2O_2 oksideres, og noe H_2O_2 reduseres. Denne typen reaksjoner kalles en disproporsjonering.

- e) Skriv halvreaksjoner for oksidasjonen og reduksjonen.
- f) Finn den balanserte ligningen og vis at reaksjonen er spontan.

Kaliumnatriumtartrat, $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$, er et organisk salt hvor anionet stammer fra vinsyre, $\text{HOOC}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$. Saltet oksideres av hydrogenperoksid etter ligningen:



- g) Hva er det systematiske navnet på vinsyre?
- h) Hvor mange liter CO_2 -gass dannes når 4,00 g kaliumnatriumtartrat oksideres?

Oppgave 3 (16 poeng)

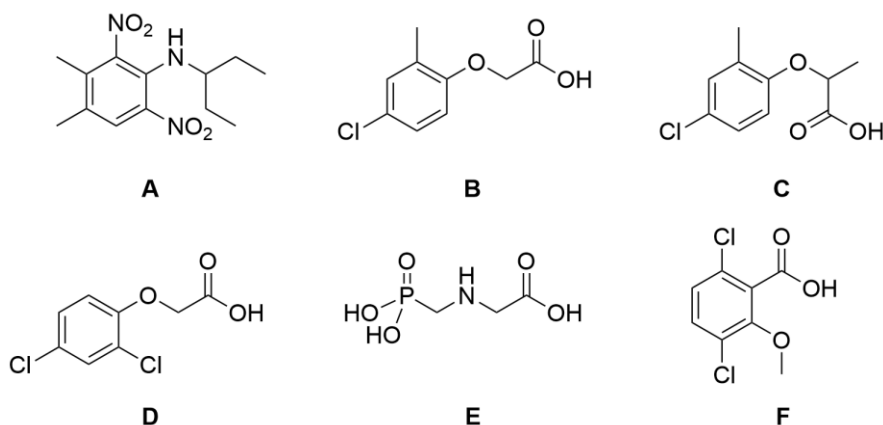
Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) var ein svensk kjemikar som er rekna som ein av grunnleggjarane av den moderne kjemien. Han har mellom anna stått for oppdaginga av cerium og selen samt at han stod for den fyrste isoleringa av silisium og thorium.

Berzelius isolerte reint silisium ved å reagere silisium(IV)fluorid i gassform med metallisk kalium.

- a) Skriv balansert reaksjonslikning for reaksjonen mellom silisiumfluorid og metallisk kalium. Kva er biproduktet i reaksjonen?
- b) Rekn ut standard cellepotensiale for reaksjonen når du får vite at halvreaksjonen med silisium har standard reduksjonspotensiale $E^{\circ} = -1,37 \text{ V}$.
- c) Ein kan rekne ut Gibbs fri energi (i joule) til eit mol av ein redoksreaksjon med følgjande likning: $\Delta G = -nFE^{\circ}$, der n er antal mol elektron avgitt i reaksjonen, E° er standard cellepotensial og F er Faradaykonstanten. Rekn ut ΔG og avgjer om reaksjonen er spontan. Dersom du ikkje fekk til a og b kan du nytte $E^{\circ} = 1$ og $n = 2$.
- d) Sjølv om Thorium fyrst vart isolert av ein svenske, vart prøva som Berzelius analyserte funne av Hans Morten Thrane Esmark på Løvøya i Langesundsfjorden. Ein del av thoriumet i Noreg finn vi som små krystallar av thoritt ThSiO_4 . Kva er oksidasjonstalet til thorium i thoritt?

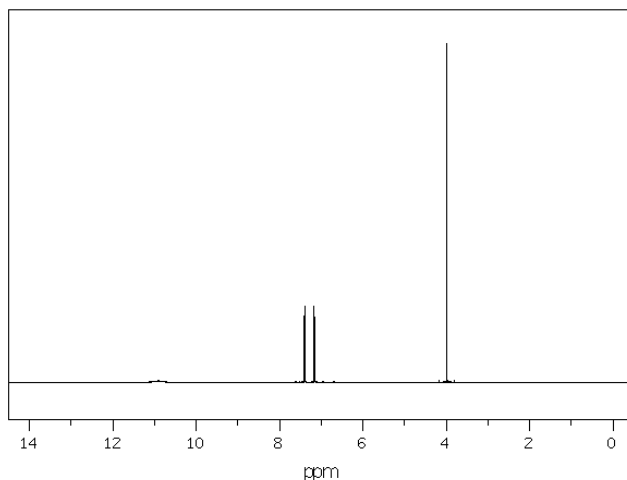
Oppgave 4 (16 poeng)

Ifølge den amerikanske føderale etaten US Environmental Protection Agency (EPA) er de seks vanligste ugressmidlene (herbicidene) brukt i hjemmehager i USA stoffene 2,4-D, glyfosat, mecoprop, pendimetalin, dicamba og MCPA. De kjemiske strukturene til disse seks forbindelsene er gitt (i tilfeldig rekkefølge) i figuren nedenfor.



- a) Glyfosat er den aktive substansen i det velkjente produktet Roundup. Glyfosat er en slags analog til aminosyren glycine ($\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CO}_2\text{H}$), og navnet er avledet av glycine og fosfonat. Hvilken av forbindelsene ovenfor er glyfosat?
- b) 2,4-D er blant verdens mest brukte herbicider. Det ble laget for første gang allerede under den andre verdenskrig. Navnet 2,4-D er en forkortelse for det kjemiske navnet 2,4-diklorfenoksyeddiksyre. Hvilken av forbindelsene ovenfor er 2,4-D?
- c) Mecoprop og MCPA inneholder begge en aromatisk ring som er substituert på tilsvarende måte. I motsetning til MCPA, er mecoprop en blanding av to stereoisomere. Hvilken av forbindelsene ovenfor er henholdsvis mecoprop og MCPA?

Dicamba har ^1H -NMR-spektrum som vist nedenfor:

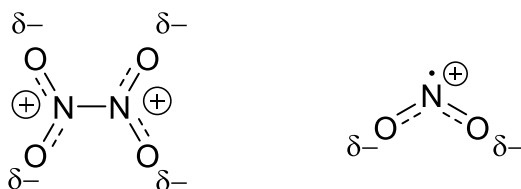


- d) Hvilken av forbindelsene ovenfor er henholdsvis dicamba og pendimetalin?

Oppgave 5 (16 poeng)

Grunnstoffene nitrogen og oksygen kan danne flere forskjellige kjemiske forbindelser.

a) Hva er de kjemiske navnene til de to nitrogenoksidene NO_2 og N_2O_4 ?



Kokepunktene til NO_2 ($21,15^\circ\text{C}$) og N_2O_4 ($21,69^\circ\text{C}$) er svært like, selv om N_2O_4 -molekylene har dobbelt så stor molekylvekt som NO_2 -molekylene.

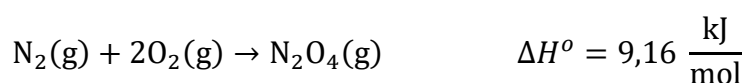
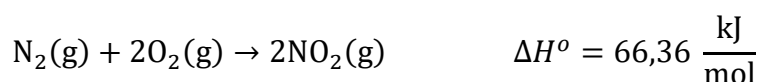
b) Hvorfor har NO_2 nesten like høyt kokepunkt som N_2O_4 ?

Nitrogenoksidet NO_2 kan reagere med seg selv og danne N_2O_4 . Dette er en reversibel reaksjon, dvs. N_2O_4 kan også spaltes igjen og danne NO_2 .

En beholder med volum $2,00\text{ L}$ og temperatur 25°C inneholder til å begynne med bare N_2O_4 med en konsentrasjon på $0,100\text{ mol/L}$. Etter en stund innstiller det seg en likevekt mellom N_2O_4 og NO_2 . Ved 25°C er likevektskonstanten $K = 5,95 \cdot 10^{-3}$.

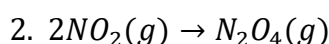
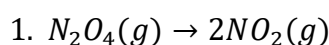
c) Hvor stor masse NO_2 inneholder beholderen ved likevekt?

For å danne nitrogenoksider fra nitrogen og oksygen, må en tilføre energi (se standard reaksjonsentalpier under).



d) Er spalting av N_2O_4 til NO_2 en endoterm eller eksoterm prosess? Begrunn svaret ditt.

e) Med bakgrunn i svaret ditt på d), avgjør hvilken av de to reaksjonene under som har den minste aktiveringsenergien. Forklar hvorfor, gjerne med en figur.



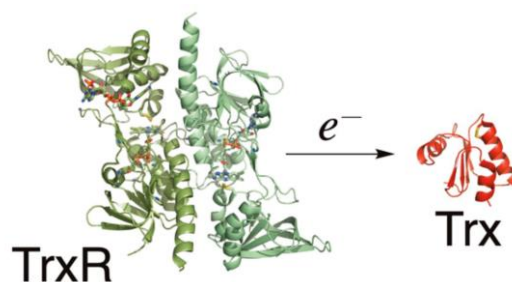
- f) Skisser hvordan overgangstilstanden for spaltingen av N_2O_4 til NO_2 kan tenkes å se ut, dvs. forsøk å tegne en slags strukturformel for overgangstilstanden.
- g) Vil entropien til systemet (beholderen med innhold) øke eller avta når N_2O_4 spaltes til NO_2 ved konstant temperatur? Hvis du vil, kan du bruke verdiene under for å begrunne svaret ditt.

$$S_{NO_2}^o = 240,06 \frac{J}{Kmol} \qquad S_{N_2O_4}^o = 304,29 \frac{J}{Kmol}$$

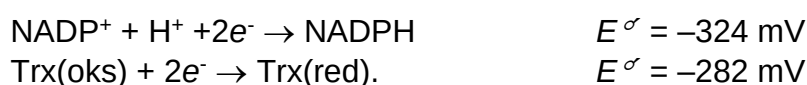
- h) Hvor høy må temperaturen være for at spaltingen av N_2O_4 til NO_2 skal være spontan (strengt tatt: under standard betingelser)? Hvis du ikke fikk til g), kan du bruke $\Delta S^o = 180 \frac{J}{Kmol}$.

Oppgave 6 (16 poeng)

I biologiske systemer er det ofte såkalte redoksnettverk der NADPH overfører elektroner til et protein som så overfører de videre til et annet protein. Tioredoksinreduktase (TrxR) er et slik protein som overfører elektroner fra NADPH til proteinet tioredoksin (Trx). For å overføre elektronene mellom seg, binder disse to proteinene seg til hverandre. Molekylmassen til TrxR er 69913 g/mol og Trx er 11478 g/mol.



Utdrag fra tabell over standard biokjemisk reduksjonspotensial for følgende halvreaksjoner (standard biokjemiske reduksjonspotensial er ved 25°C og pH 7):



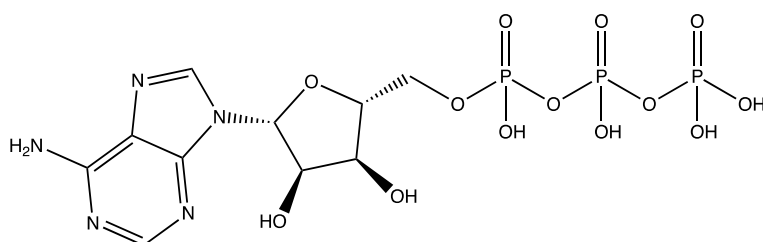
- Hva må standard biokjemisk reduksjonspotensial til TrxR være for at Trx kan bli redusert av NADPH via TrxR spontant.
- Du skal lage en løsning som inneholder en 1:1 støkiometrisk mengde av Trx og TrxR. Hvis du bruker 1,00 mg Trx, hvor mange mg av TrxR må du da bruke?

Hvor godt Trx og TrxR binder til hverandre i løsning kan beskrives med likevekten for dissosiasjonen av komplekset mellom Trx og TrxR.

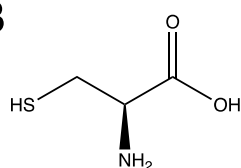


- Hvis du blander 0,50 mL 5,00 mM TrxR med 0,50 mL 1,00 mM Trx, hvor mange prosent av opprinnelig mengde Trx er da fritt Trx i løsning ved likevekt?
- Angi hvilken klasse de forskjellige biologiske molekylene tilhører.

A



B



C

