

2. UTTAKSPRØVE



til den

42. Internasjonale Kjemiolympiaden 2010 i Tokyo, Japan



The 42nd
International Chemistry Olympiad
2010, Japan

第 42 回 国際化学オリンピック
日本大会 (2010 年)

Dag: Onsdag 13. januar 2010

Varighet: 180 minutter.

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

Maksimal poengsum: 100 poeng

Oppgavesettet er på **9** sider (inklusive forsiden) og har **6** oppgaver

Øverst på besvarelsen må du skrive *skole, navn, fødselsdato, hjemmeadresse og eventuelt e-postadresse og mobilnummer*, slik at vi kan kontakte deg dersom du kvalifiserer deg til finaleuka.

SKRIV TYDELIG SÅ DU IKKE MISTER POENG PGA UKLARHETER !!

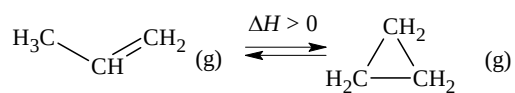
Besvarelsen føres på egne ark. Du kan beholde oppgaveheftet.

www.kjemiolympiaden.no

Oppgave 1 (40 poeng, 2 poeng 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) Magnetitt, Fe_3O_4 , kan reduseres til jern ved å varmes med karbonmonoksid etter ligningen: $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4 \text{CO} \rightarrow 3 \text{Fe} + 4 \text{CO}_2$ Hvilken masse Fe_3O_4 trengs for å lage 5,0 kg jern med et utbytte på 88 %?
A) 6,1 kg
B) 6,9 kg
C) 7,9 kg
D) 18,0 kg
- 2) Hva er pH i en løsning som lages ved å blande sammen 45 mL 0,18 M KOH og 64 mL 0,15 M HCl?
A) 1,07
B) 1,13
C) 1,86
D) 2,92
- 3) Hvilken av disse reaksjonene er en redoksreaksjon?
A) $2 \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{s})$
B) $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3 \text{CO}(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{l}) + 3 \text{CO}_2(\text{g})$
C) $\text{Na}_2\text{O}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{Na}^+(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$
D) $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$
- 4) Hvilket utsagn er alltid sant om en spontan reaksjon?
A) Entalpiforskjellen (ΔH) for systemet/reaksjonen er negativ.
B) Entropiforskjellen (ΔS_{sys}) for systemet/reaksjonen er negativ.
C) Den totale entropiforskjellen (ΔS_{tot}) er positiv.
D) Endringen i fri energi (ΔG) for systemet/reaksjonen er positiv.
- 5) Vi har gitt likevekten:



Hvilken av handlingene nedenfor øker utbyttet av propen ved likevekt?

- A) Reduksjon av temperaturen
- B) Øking av temperaturen
- C) Øking av både trykk og temperatur
- D) Utbyttet er uavhengig av trykk og temperatur

6) Ionene nedenfor er isoelektroniske (har samme antall elektroner). Hvilken rekkefølge er riktig med hensyn på størrelse?

- A) $\text{I}^- < \text{Te}^{2-} < \text{Ba}^{2+} < \text{Cs}^+$
- B) $\text{Ba}^{2+} < \text{Te}^{2-} < \text{Cs}^+ < \text{I}^-$
- C) $\text{Te}^{2-} < \text{I}^- < \text{Cs}^+ < \text{Ba}^{2+}$
- D) $\text{Ba}^{2+} < \text{Cs}^+ < \text{I}^- < \text{Te}^{2-}$

7) Hvilke(t) av disse molekylene er dipol(er)?

I $\text{H}_2\text{C}=\text{CHBr}$

II *cis*- $\text{BrHC}=\text{CHBr}$

III *trans*- $\text{BrHC}=\text{CHBr}$

- A) Bare I
- B) Bare III
- C) Både I og II, men ikke III
- D) Både I, II og III

8) ^1H NMR spektret til en ukjent forbindelse med molekylformel $\text{C}_3\text{H}_5\text{Cl}_3$ har bare to sett med ^1H NMR signaler. Begge toppene er singleter med kjemiske skift på henholdsvis $\delta 2.20$ ppm (3 H singlet) og $\delta 4.02$ ppm (2 H singlet). Angi strukturformelen til den ukjente forbindelsen?

- A) $\text{Cl}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
- B) $\text{ClH}_2\text{C}-\text{CCl}_2-\text{CH}_3$
- C) $\text{ClH}_2\text{C}-\text{CHCl}-\text{CH}_2\text{Cl}$
- D) $\text{ClH}_2\text{C}-\text{CH}_2-\text{CHCl}_2$

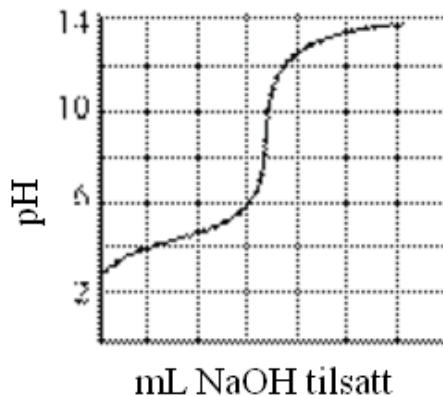
9) Hvor mange isomerer finnes med formel $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5

10) Cellulose og stivelse er biopolymerer. Mennesker kan fordøye stivelse, men ikke cellulose. Dette skyldes i hovedsak en forskjell

- A) Antall monomerer i de to polymerene
- B) Hvilken monomer hver av de to polymerene er sammensatt av
- C) Orienteringen av bindingen mellom monomerene i de to polymerene
- D) Masseprosent av karbon i de to polymerene

- 11) Figuren viser titerkurven for titrering av en svak, enprotisk syre. I hvilke(t) av de angitte pH-intervall(er) foreligger både den svake syren og dens korresponderende salt (i mer enn helt neglisjerbare mengder)?



- I pH mellom 4 og 6
 - II pH mellom 7 og 9
 - III pH mellom 12 og 13
- A) Bare i I
 B) Bare i II
 C) Både i I og II, men ikke i III
 D) Både i I, II og III

- 12) Saltsmelter av klorider blir elektrolysert med en elektrisk strøm. Hvilken av disse porsjonene med redusert metall vil det ta lengst tid å elektrolysere, antatt at strømstyrken er den samme i alle 4 tilfellene?

- A) 50 g Mg
 B) 75 g Al
 C) 100 g Ca
 D) 125 g Fe

- 13) En mettet løsning av et metallhydroksid, $\text{Me}(\text{OH})_2$, har $\text{pH} = 8,67$. Hva er verdien til løselighetsproduktet K_{sp} til $\text{Me}(\text{OH})_2$?

- A) $5,1 \cdot 10^{-17}$
 B) $1,0 \cdot 10^{-16}$
 C) $2,3 \cdot 10^{-11}$
 D) $4,8 \cdot 10^{-6}$

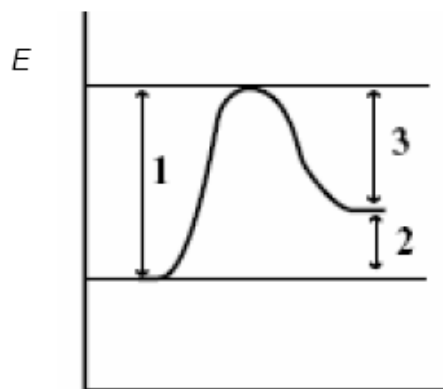
- 14) I et reaksjonskar med volum 1,00 L innfører man 2,00 mol $\text{H}_2(\text{g})$ og 2,00 mol $\text{I}_2(\text{g})$. Følgende likevekt innstiller seg: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$. Når systemet er i likevekt, er det 3,50 mol HI i reaksjonskaret. Hva er verdien til likevektskonstanten K?

- A) 3,7
 B) 14
 C) 49
 D) 196

- 15) Hvilken av disse blandingene danner en buffer?

- A) Na_3PO_4 (50 mL, 0,10 M) og NaOH (50 mL, 0,10 M)
 B) H_3PO_4 (50 mL, 0,10 M) og HCl (50 mL, 0,050 M)
 C) Na_2HPO_4 (50 mL, 0,10 M) og H_2SO_4 (50 mL, 0,10 M)
 D) Na_3PO_4 (50 mL, 0,10 M) og H_2SO_4 (50 mL, 0,050 M)

- 16) Figuren viser et energinivådiagram for en reaksjon (reaktanter er til venstre og produkter er til høyre i diagrammet). Hvilke(n) energidifferens(e)r endres ved tilsetning av en katalysator ?



- A) Kun 1
- B) Kun 3
- C) Kun 1 og 3
- D) Både 1, 2 og 3

- 17) Betrakt følgende serie av likevekter for oppløsning av karbondioksid i vann:

- (1) $\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{aq})$
- (2) $\text{CO}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$
- (3) $\text{HCO}_3^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$

Videre er K_{sp} for $\text{PbCO}_3 < 10^{-10} \text{ M}^2$. Hvilken påstand er ikke korrekt ?

- A) Tilsetning av litt $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{s})$ fører til at mindre CO_2 -gass løses i vannet
- B) Tilsetning av litt eddiksyre fører til at mindre CO_2 -gass løses i vannet
- C) Tilsetning av litt $\text{NaCl}(\text{s})$ påvirker i liten grad løseligheten av CO_2 -gassen
- D) Tilsetning av litt lut fører til at mer CO_2 -gass løses i vannet

- 18) Hvilke av følgende organiske molekyler med molekylmassen M har høyest kokepunkt?

- A) propanal (M=58)
- B) acetone (M=60)
- C) propan-2-ol (M=60)
- D) edikksyre (M=60)

- 19) En ren prøve av As_2O_3 med massen 0,200 gram, blir løst og titrert med en KMnO_4 -løsning, etter reaksjonsligningen (ubalansert): $\text{MnO}_4^- + \text{H}^+ + \text{As}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{As}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$. Ved ekvivalenspunktet er forbrukt volum av permanganatløsningen $38,1 \text{ cm}^3$. Da er konsentrasjonen til permanganatløsningen

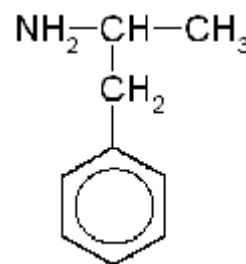
- A) 0,106 M
- B) 0,0212 M
- C) 0,0265 M
- D) 0,0133 M

- 20) Hvilken av følgende løsninger vil få en lavere pH ved tilsetning av 0,5M NaOH?

- A) Rent vann
- B) 0,75 M HCl
- C) 0,75 M NaOH
- D) 0,75 M NaH_2PO_4

Oppgave 2 (8 poeng)

Kampen mot doping er blitt et viktig mål innen idrett. Amfetamin er et sentralstimulerende stoff. Strukturformelen er vist ved siden av. Det kan betraktes som et amin og betegnes med den forenklete formelen $R-NH_2$, der R står for "rest".



- a) Tegn av strukturformelen til amfetamin og marker alle kirale karbonatomer

Man ønsker å bestemme innholdet av amfetamin i en tablett av et bestemt medikament. Det gjør man ved først å løse tablettene i litt vann. Denne løsningen titreres så med en 0,100 M HCl-løsning. Ved ekvivalenspunktet er forbruket av HCl 15,0 mL

- b) Skriv reaksjonsligning for titrerreaksjonen, altså reaksjonen mellom amfetamin og saltsyre.
- c) Beregn massen av amfetamin i tablettene som ble undersøkt.

Oppgave 3 (12 poeng)



Sprengstoffer er viktige verktøy for gruvedrift og anleggsvirksomhet. Gjennom nesten ett århundre var dynamitt det dominerende produktet. I dag er det viktigste sprengstoffet for sivile formål såkalt ANFO (Ammonium Nitrate - Fuel Oil), en simpel blanding av ammoniumnitrat og diesel/fyringsolje. Ved detonasjon vil NH_4NO_3 som oksidasjonsmiddel og diesel som brensel forbrenne til karbondioksid, vann og nitrogen. Denne blandingen er langt sikrere og billigere enn dynamitt, men er svært ufølsom og derfor vanskelig å bringe til detonasjon. I denne oppgaven antar vi for enkelhets skyld at diesel består av ren heksadekan = $CH_3(CH_2)_{14}CH_3$.

- a) For å få et optimalt sprengstoff må overskuddet av oksygen i NH_4NO_3 være akkurat nok til å forbrenne all diesel til CO_2 og H_2O . Balanser en reaksjonsligning der ammoniumnitrat og heksadekan forbrenner til karbondioksid, vann og nitrogen.
- b) Hvor mange vektprosent diesel inneholder derfor velbalansert ANFO?
- c) Bulk tettheten av ANFO er ca. 840 kg/m^3 . Hvor mange liter gass dannes derfor ved eksplosjon av én liter med ANFO når vi antar at forbrenningen følger den i a) og at én mol gass tilsvarer 22,4 liter (når den har kjølt seg ned etter eksplosjonen, men vi antar likevel at vannet danner vanndamp)?

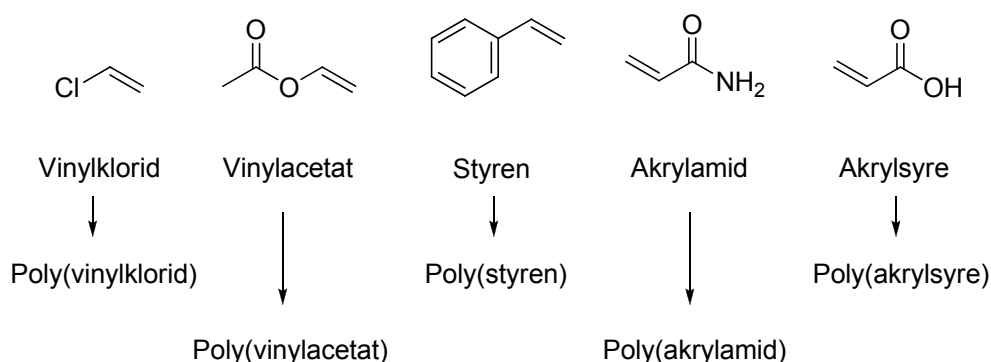
- d) Tilsetning av aluminiumpulver til ANFO vil øke sprengkraften og eksplosjonsvarmen betydelig fordi metallpulveret ved høy temperatur kan oksideres av et av eksplosjonsproduktene. Hvilken komponent er dette? Gi en balansert reaksjonsligning for reaksjonen.

Oppgave 4 (10 poeng)

Polymerer er i dag særdeles viktige stoffer for et utall med praktiske formål. De består av lange molekyulkjeder som er bygget opp ved kjededannelse (polymerisasjon) av forbindelser kalt monomerer. En typisk reaksjonsligning for en klassisk kjedepolymerisasjon er gitt nedenfor:



Vi har 5 ulike polymerprøver merket **A** til **E** der hver av dem består av kun én polymer. Hver av disse polymerene er bygget opp av én av følgende monomerer:

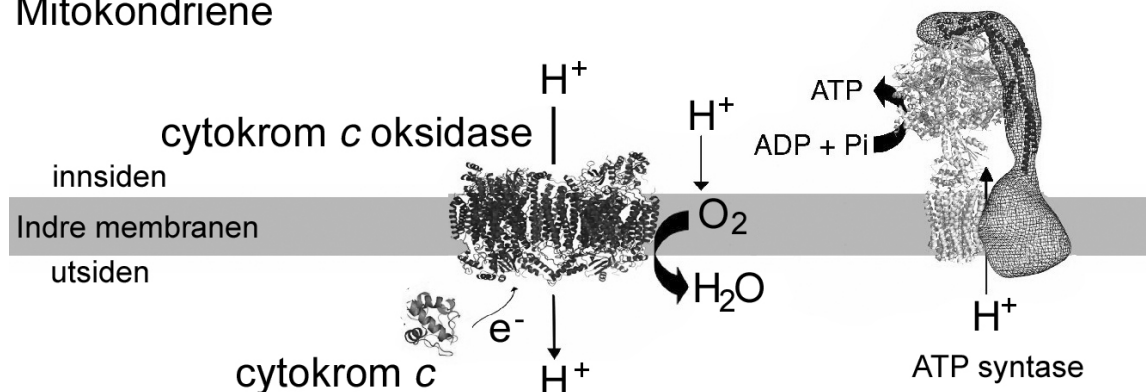


- a) Tegn opp strukturene til de 5 polymerene ved hjelp av reaksjonsligningen gitt ovenfor.
- b) Finn ut hvilken polymerprøve **A-E** som hører til hvilken struktur vist over gitt følgende opplysninger:
- Polymerprøvene **A** og **D** løser seg i vann ved romtemperatur, mens prøvene **B**, **C** og **E** ikke gjør det.
 - Polymerprøve **E** løser seg over tid i en fortynnet vandig lutløsning (NaOH i vann) ved forsiktig oppvarming.
 - Vannløsningen av polymerprøve **D** er nøytral, mens vannløsningen av **A** har lav pH.
 - Polymerprøvene **B** og **C** forbrennes hver for seg og avgassene ledes ned i vann. Begge vannløsningene blir sure, men avgassene fra **C** gir betydelig surere løsning.

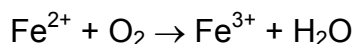
Oppgave 5 (18 poeng)

Cytokrom c oksidase er det siste enzymet i elektrontransportkjeden (celleåndingen/respirasjon) og finnes i mitokondrienes indre membran. Cytokrom c oksidase mottar elektroner fra cytokrom c proteiner og bruker dette til å redusere oksygenet som vi puster inn, samtidig som det medfører en pumping av protoner over membranen. Dette fører til en oppbygging av et protonoverskudd som så membranproteinet ATP syntase benytter til å produsere ATP-molekyler ved å slippe protoner inn igjen gjennom en protonkanal:

Mitokondriene



A. Elektronene fra cytokrom c proteinet avgis ved at ett jernatom i hvert cytokrom c molekyl oksideres fra to-verdig til tre-verdig jern. Nettoreaksjonen i cytokrom c oksidase kan da skrives:



- Balanser denne redoksreaksjonen (i surt miljø). Hvor mange cytokrom c proteiner trengs for å redusere ett oksygenmolekyl til vann?
- Angi likevekstuttrykket for denne reaksjonen. Hvordan vil en økning av pH påvirke reaksjonen?

Reduksjonspotensialet for $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ i cytokrom c er 0.26 V

- Regn ut standard cellepotensial (E^0) for denne reaksjonen ved standardbetingelser.
- Er reaksjonen spontant ved disse betingelsene?

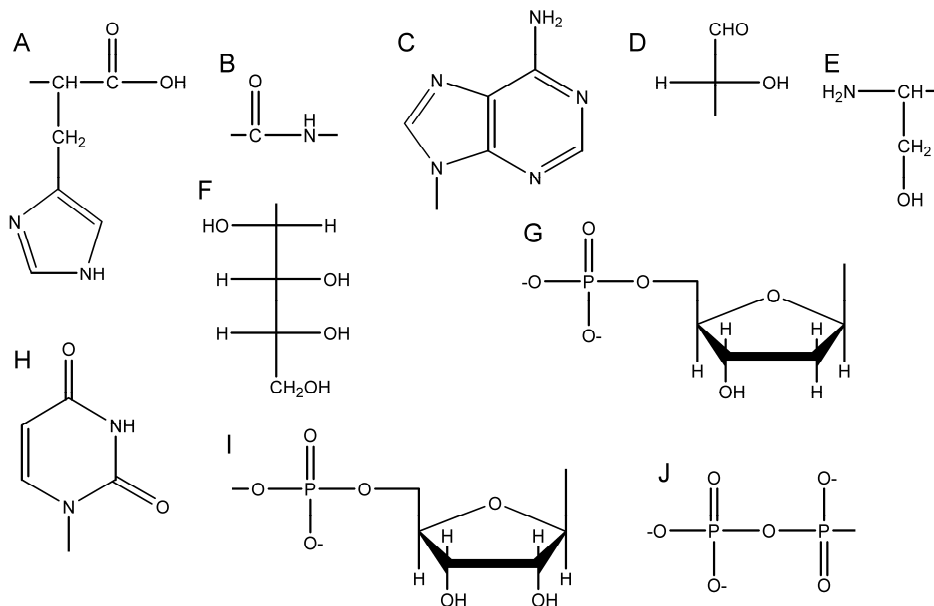
Innen biokjemi er det vanlig å angi potensialer (E^0) ved pH 7. Cellepotensialet for reaksjonen ved pH 7 kan beregnes fra følgende likning:

$$E^{0'} = E^0 - \frac{0,0592}{n} \log_{10}(\text{likevektsuttrykket})$$

hvor E^0 er standardpotensialet (fra oppgave c), n er antall elektroner som overføres i den balanserte redoksreaksjonen, $\log_{10}$ er 10-logaritmen, likevektsuttrykket er det som ble funnet i oppgave b) med alle konsentrasjoner utenom H^+ satt til 1 M.

- Regn ut potensialet ($E^{0'}$) ved pH 7 for reaksjonen
- Ved hvilken pH er ikke lenger reaksjonen spontan?

B. Nedenfor er det "klippet opp" et ATP-molekyl og et dipeptid samt deler av noen biomolekyler som ikke hører til disse. Bruk de korrekte delene (A-J) til   tegne strukturen til ATP-molekylet og til dipeptidet.



Oppgave 6 (12 poeng)

Fullf r disse fire reaksjonene

