

2. UTTAKSPRØVE



til den

44. Internasjonale Kjemiolympiaden 2012

i Washington DC, USA



Dag: Onsdag 11. januar 2012

Varighet: 180 minutter.

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

Maksimal poengsum: 100 poeng.

Oppgavesettet er på **9** sider (inklusive forsiden)
og har **5** oppgaver:

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

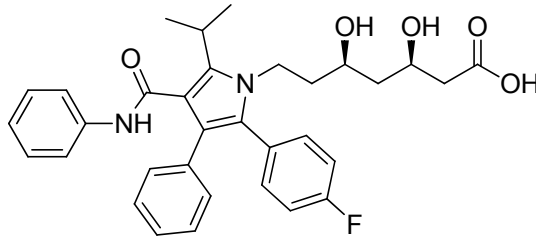
Besvarelsen føres på egne ark. Du kan beholde oppgaveheftet.

Følg oss på www.kjemiolympiaden.no og på Facebook: [Kjemi-OL](#)
Resultater legges ut her når de er klare

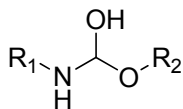
Oppgave 1 (30 poeng - 2 poeng for hver deloppgave)

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.

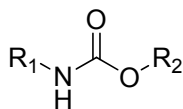
- 1) Legemiddelet atorvastatin (Lipitor[®]), avtegnet nedenfor, gikk av patent nå i november 2011. Det er historiens mest lønnsomme legemiddel og har solgt for utrolige 131 milliarder dollar. Hvor mange kirale sentra er det i atorvastatin?



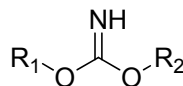
- A) Ingen
B) Ett kiralt senter
C) To kirale sentra
D) Fire kirale sentra
- 2) Hvilken av følgende gasser vil ha høyest tetthet ved romtemperatur og atmosfæretrykk?
- A) Ozon O₃
B) Fluor F₂
C) Karbondioksid CO₂
D) Klor Cl₂
- 3) En meget viktig type plaststoffer er såkalte polyuretaner. Bindingene i polyuretaner fås ved at et isocyanat reagerer med en alkohol. Hva er den kjemiske strukturen til det uretan som dannes når isocyanatet R₁-N=C=O reagerer med alkoholen R₂-OH?



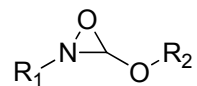
A



B



C



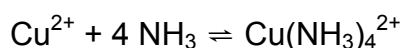
D

- A) A
B) B
C) C
D) D
- 4) Hva blir omtrentlig pH i en bufferløsning blandet av 40 mL 1,0 mol/L natriumacetat og 25 mL 0,7 mol/L eddiksyre? $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$ for eddiksyre.
- A) pH = 4,38
B) pH = 4,74
C) pH = 4,95
D) pH = 5,10

5) Hva er løseligheten av CaSO_4 i en 1,0 mol/L løsning av svovelsyre?
 $K_{\text{sp}} = 2,4 \cdot 10^{-5}$ for CaSO_4 .

- A) 3,3 mg/L
- B) 2,8 mg/L
- C) 670 mg/L
- D) 113 mg/L

6) Hvilket alternativ er korrekt for følgende likevekt:



- A) Tilsetning av NaCl fører til at likevekten forskyves mot høyre.
- B) Tilsetning av NaS fører til at likevekten forskyves mot venstre
- C) Tilsetning av HCl fører til at likevekten forskyves mot høyre
- D) Tilsetning av Na_3PO_4 påvirker ikke likevekten

7) 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) $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$

8) Hvilken blanding av ioner/metaller nedenfor vil gi en spontan redoksreaksjon?

- A) Cr^{2+} og Ni^{2+}
- B) Al^{3+} og Fe
- C) Cr og Mn^{2+}
- D) Ni^{2+} og Zn^{2+}

9) Hva blir dannelsesentalpien som kan beregnes for etyn, C_2H_2 , med utgangspunkt i disse reaksjonene:

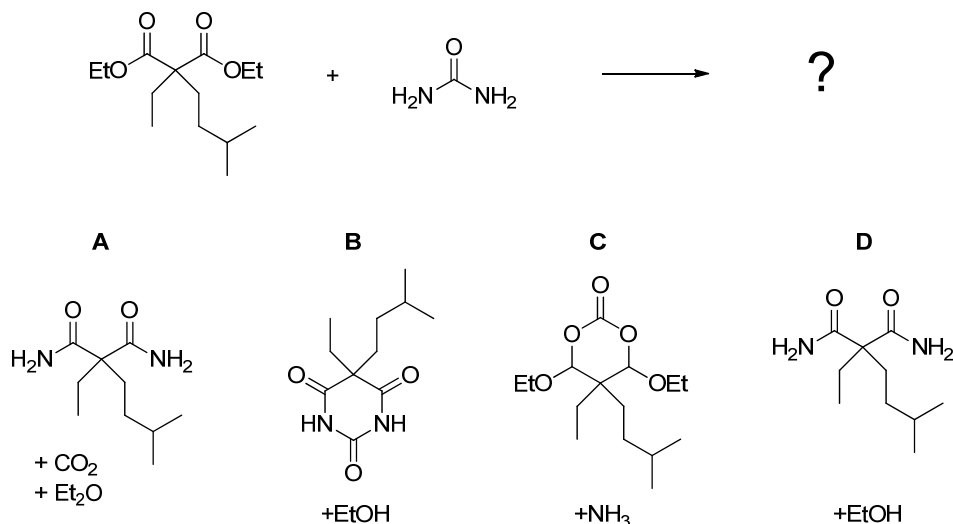
Reaksjon	ΔH° kJ/mol
$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + 2 \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-1299,5
$\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$	-393,5
$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-285,8

- A) 620,2 kJ/mol
- B) - 2372,3 kJ/mol
- C) - 226,7 kJ/mol
- D) 226,7 kJ/mol

10) Hvilket utsagn gjelder alltid for en spontan reaksjon

- A) Entalpiendringen for systemet er negativ.
- B) Entropiendringen for systemet er positiv.
- C) Endringen i fri energi for systemet er negativ.
- D) Endringen i fri energi for systemet er positiv.

11) Hvilke hovedprodukter dannes i følgende reaksjon (støkiometrien er ikke nødvendigvis balansert)?



- A) A
- B) B
- C) C
- D) D

12) Hvor stort volum rent vann (25 °C) inneholder samme stoffmengde H_3O^+ -ioner som 100 mL 0,2 M eddiksyre?

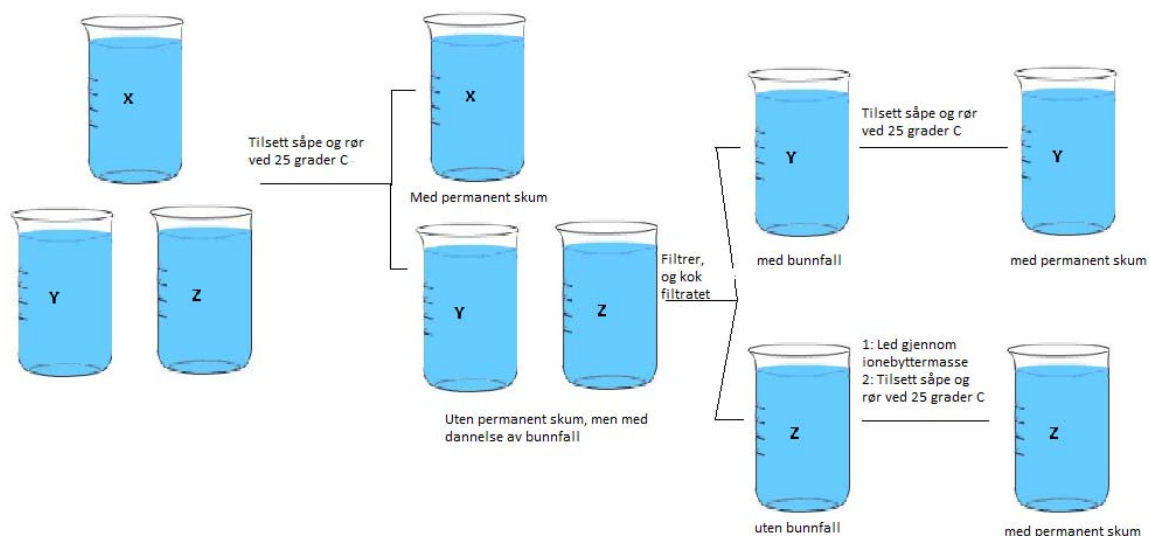
- A) 124 L
- B) 360 L
- C) 1900 L
- D) 9500 L

13) I en rustfri beholder med volum 10,0 L leder man inn 0,50 mol CO og 0,50 mol vanddamp, og varmer opp til 500 °C. Ved denne temperaturen er $K = 4,0$ for reaksjonen $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$

Hvor mange prosent av den opprinnelige CO har reagert?

- A) 3,3 %
- B) 33 %
- C) 55 %
- D) 66 %

- 14) Tre begerglass, X, Y og Z, med vann er forbyttet. Glassene inneholder hardt vann bestående av vann med oppløst kalsium og hydrogenkarbonat, hardt vann bestående av vann med oppløst kalsium og hydrogensulfat samt ett glass med rent destillert vann. Innholdet i glassene blir undersøkt i henhold til skjemaet nedenfor. Såpen som brukes er en løsning av kaliumstearat, $KC_{17}H_{35}COO$.



Hvilket svar (A – D) beskriver innholdet i de tre glassene korrekt?

	X	Y	Z
A	destillert vann	vann med kalsium og hydrogenkarbonat	vann med kalsium og hydrogensulfat
B	destillert vann	vann med kalsium og hydrogensulfat	vann med kalsium og hydrogenkarbonat
C	vann med kalsium og hydrogenkarbonat	vann med kalsium og hydrogensulfat	destillert vann
D	vann med kalsium og hydrogensulfat	vann med kalsium og hydrogenkarbonat	destillert vann

- 15) Vi skal bestemme konsentrasjonen av en NaOH-løsning ved å titrere den mot en kjent mengde av syren KH-ftalat, som er løst i vann. Hvilken av hendelsene nedenfor gir en for lav konsentrasjon av NaOH-løsningen?

- A) Vi veier inn for lite KH-ftalat til titrerløsningen
- B) Vi løser KH-ftalat i mer vann enn forsøksbeskrivelsen sier
- C) Vi glemmer å fylle byrettespissen med lutløsningen før titreringen begynner
- D) Vi søler litt av KH-ftalatløsningen ut av titrerkolben før titreringen begynner

Oppgave 2 – Kalsitt og stalaktitter (15 poeng)

Det finnes mange mineraler med kjemisk formel CaCO_3 , men kalsitt er den definitivt vanligste. Blant annet er stalaktitter og stalagmitter i underjordiske grotter et resultat av langsom utfelling av CaCO_3 som kalsitt.

- Skriv balansert reaksjonsligning for oppløsning av CaCO_3 i vann.
- $K_{\text{sp}} = 4,8 \cdot 10^{-9}$ for løselighet av CaCO_3 i vann. Hvor stor masse CaCO_3 kan man løse i 100 mL vann?
- Si noe om pH i en 100 mL vannløsning der det er blitt tilsatt 10 g CaCO_3 . $K_{\text{b}} = 2,1 \cdot 10^{-4}$ for CO_3^{2-} .

Kalsitt reagerer med sterke syrer, og man kan observere brusing når reaksjonen skjer.

- Skriv balansert reaksjonsligning for reaksjon mellom saltsyre og kalsitt.

En slektning av kalsitt, ikaitt, er kalsiumkarbonat med krystallvann og kjemisk formel $\text{CaCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

- Sett systematisk navn på ikaitt, og beregn massen vann som er i 10 cm^3 av mineralet. Tettheten for ikaitt er $1,83 \text{ g/cm}^3$.

Stalaktitter og stalagmitter dannes ved at kalsiumkarbonat løses i surt vann og så utfelles langsomt. Mellomproduktet (løst form) er kalsiumbikarbonat.

- Skriv reaksjon for utfellingen som danner stalaktitter og stalagmitter.



Oppgave 3 – atomlagsdeposisjon (20 poeng)

Overflaten til et materiale bestemmer hvordan materialet oppfører seg i kontakt med omgivelsene. En viktig oppgave i moderne materialteknologisk forskning er å kunne behandle overflater, og å styre sammensetning og struktur helt ned på atomnivå.

Én slik metode som ble oppfunnet på 1980-tallet, kalles atomlagsdeposisjon og gir brukeren mulighet til å lage tynne belegg med presisjon ned til ett og ett atomlag.



To av de tidligste og mest kontrollerbare kjemiske systemene der dette ble brukt var for å lage belegg av aluminiumoksid (Al_2O_3) og titandioksid (TiO_2).

- Aluminiumoksid fremstilles vanligvis fra TMA – Trimetylaluminium, $\text{Al}(\text{CH}_3)_3$ – og vann, og produktene er aluminiumoksid og metan. Skriv balansert reaksjonsligning for denne reaksjonen.
- Titandioksid fremstilles ofte fra TiCl_4 og vann. Skriv balansert reaksjonsligning for dannelsen av titandioksid. Dannes det noe biprodukt, og hva blir i så fall det?

Senere ønsket man også å lage tynne belegg av titannitrid (TiN), et sterkt materiale som kan øke hardheten til for eksempel skjæreverktøy. Titannitrid er også viktig i elektroniske kretser, i biologiske implantater og som pynt da det ser ut som gull.

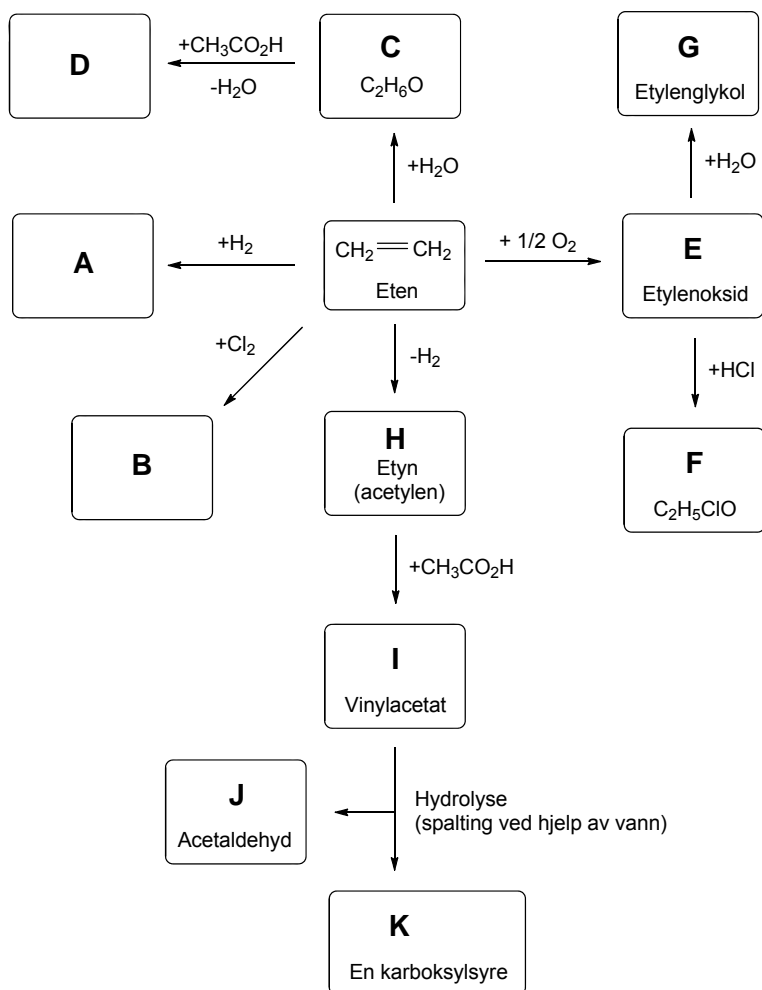
- TiCl_4 ble valgt som en av reagensene, men forskerne trengte også en nitrogenkilde. De fant ut at en uorganisk base med stikkende lukt kunne benyttes. Hva ble brukt som nitrogenkilde? Skriv reaksjonsligning for systemet (trenger ikke være balansert).

Det er typisk ca. 10^{15} aktive seter (posisjoner) per kvadratcentimeter der reaktantene kan reagere på en overflate, og som en enkel modell kan vi si at hvert TiN -lag består av 10^{15} atomer av hvert grunnstoff per kvadratcentimeter. Vi regner videre med at hvert lag er $4 \cdot 10^{-10}$ m tykt.

- En produsent av boreverktøy vil belegge sine bor med $0,5 \mu\text{m}$ TiN . Hvor stor masse har dette belegget dersom boret har en overflate på 20 cm^2 ?
- Senere forskning har vist at sammensetninger av titanaluminiumnitrid (TiAlN) er et enda mer gunstig materiale i enkelte sammenhenger. Foreslå hvilke reagenser som kan brukes for å lage slike filmer, og skriv en reaksjonsligning (ubalansert) for dette systemet.

Oppgave 4 (20 poeng)

Eten (etylen) er den mest sentrale byggeklossen i produksjonen av organiske forbindelser. Den lages normalt gjennom en petrokjemisk prosess kalt "steam cracking" (en slik cracker er vist på bildet til høyre) der naturgass eller petroleum behandles med vanddamp en kort periode ved høy temperatur (ca. 850 °C). Det dannes en blanding av flere komponenter der bl.a. eten kan separeres fra. Eten er som sagt en sentral byggekloss som veldig mange andre kjemiske forbindelser lages fra. Nedenfor er det gitt et nettverkskart av enkle kjemiske forbindelser som kan lages fra eten. Ved hjelp av opplysningene i skjemaet skal du identifisere og tegne den kjemiske strukturen til forbindelsene **A-K**.



Svarene føres inn i en enkel tabell slik:

Molekyl	Strukturformel
A	Tegning som viser strukturen
B	Tegning som viser strukturen
Etc.	Etc.

