

1. UTTAKSPRØVE



til den
53. Internasjonale kjemiolympiaden 2021
i Osaka, Japan



Dag: En dag i uke 40-42.

Varighet: 90 minutter.

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

Maksimal poengsum: 100 poeng.

Oppgavesettet er på **8** sider (inklusive forsiden og svarark)
og har **2** oppgaver:

Oppgave **1** har 25 delspørsmål (3 poeng for hvert)

Oppgave **2** har 5 delspørsmål (5 poeng for hvert)

www.kjemiolympiaden.no

SVARARK

1. UTTAKSPRØVE

NAVN: _____

Vi legger ut resultatliste med de 50 beste i 1. runde samt alfabetisk liste over de ca 150 som går videre til runde 2. **Hvis du er blant de 150 beste i 1. runde er det greit at navnet ditt står på resultatlista?**

Sett kryss:

JA	☐
----	--------------------------

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

Oppgave 1 (75 poeng, 3 poeng per deloppgave)

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

Oppgave nr	Svar
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Oppgave nr	Svar
21	
22	
23	
24	
25	

Poeng = _____ • 3 = _____

Oppgave 2 (25 poeng, 5 poeng per deloppgave)

Oppgave nr	Svar
1	
2	
3	
4	
5	

Poeng = _____ • 5 = _____

SUM = _____

Oppgave 1 (75 poeng, 3 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) Løseligheten av $\text{Mo}(\text{OH})_3$ i vann ved 20°C er 0,2 g pr. 100 mL. Hva er løselighetsproduktet til dette saltet i vann?
A) $9,3 \cdot 10^{-7}$
B) $1,0 \cdot 10^{-7}$
C) $5,5 \cdot 10^{-3}$
D) $1,8 \cdot 10^{-3}$
- 2) I en analyse er bariumkarbonat blitt felt ut fra en løsning. Bunnfallet overføres til et sugefilter, og vaskes med en løsning før tørking og veiing. Under er det foreslått fire forskjellige løsninger som kan brukes til å vaske bunnfallet. Hvilken bør brukes for å få en mest mulig korrekt vekt av bunnfallet?
A) Fortynnet saltsyre
B) Natriumklorid
C) Natriumkarbonat
D) Natriumsulfat
- 3) Gitt følgende likevekt: $\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{CO}_3)_2(\text{aq})$. Hvilken av tilsetningene under fører til at likevekten forskyver seg mot venstre?
A) Tilsetning av $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})$
B) Tilsetning av $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$
C) Tilsetning av $\text{NiCl}_2(\text{aq})$
D) Tilsetning av $\text{K}_2\text{CO}_3(\text{aq})$
- 4) Stoffene **A**, **B** og **C** inngår i følgende likevekt: $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C}$, $K = 2,5 \text{ M}^{-1}$. Konsentrasjonene ved et gitt tidspunkt er $[\text{A}] = 0,25 \text{ M}$, $[\text{B}] = 0,50 \text{ M}$ og $[\text{C}] = 0,75 \text{ M}$. Hvilken påstand er rett?
A) Systemet er i likevekt
B) Systemet er ikke i likevekt; det vil dannes mer av **C**
C) Systemet er ikke i likevekt; det vil dannes mer av **A** og **B**
D) Kan ikke avgjøre om systemet er i likevekt eller ikke
- 5) En oksosyre består av oksygen, hydrogen og et **annet** grunnstoff (f.eks. svovelsyre; H_2SO_4). Styrken til en oksosyre vil øke med antall oksygenatomer som ikke er kovalent bundet til et hydrogenatom. Hvilken av syrene under er sterkest?
A) H_3PO_4
B) H_2SO_4
C) HClO
D) HClO_4

- 6) Man kan anslå den relative løseligheten til ioniske forbindelser med følgende to regler:

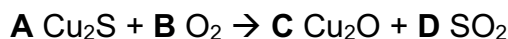
- i. Større ladning på kation eller anion gir lavere løselighet
- ii. Mindre radius på kation eller anion gir lavere løselighet

Basert på reglene over, hvilket stoff bør ha den laveste løseligheten?

- A) $\text{Mg}(\text{OH})_2$
 - B) $\text{Ba}(\text{OH})_2$
 - C) BaO
 - D) MgO
- 7) Fenol brukes som konserveringsmiddel i vaksiner. Hva er pH i en 0,01 mol/L løsning av fenol? ($K_a = 1,12 \cdot 10^{-10}$).

- A) 5,5
- B) 6,0
- C) 6,5
- D) 7

- 8) Kobber utvinnes ofte fra kobbersulfid og prosessen starter med å omdanne sulfidet til et oksid. Balanser likningen for omdanningen:



- A) **A** = 1, **B** = 2, **C** = 1, **D** = 1
 - B) **A** = 2, **B** = 3, **C** = 2, **D** = 2
 - C) **A** = 2, **B** = 2, **C** = 1, **D** = 2
 - D) **A** = 1, **B** = 3, **C** = 1, **D** = 3
- 9) Hva er navnet på forbindelsen med kjemisk formel $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$?

- A) Trikromklorid heksahydrat
- B) Krom(I)klorid 6-vann
- C) Krom(III)klorid heksahydrat
- D) Krom(III)klorid heptahydrat

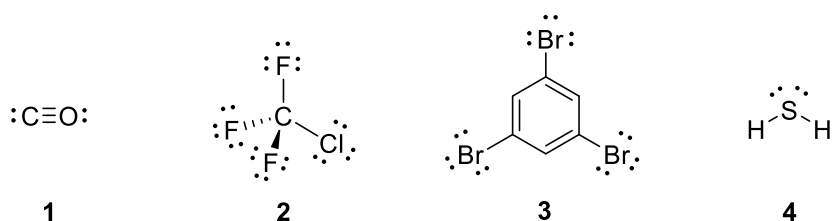
- 10) Hvor mange underskall har det n -te hovedskallet i et atom?

- A) $2n^2$
- B) n
- C) $2n + 1$
- D) 2

- 11) Hvilket av hydrogenhalidene HF, HCl, HBr og HI har det høyeste kokepunktet?

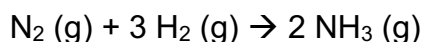
- A) HF
- B) HCl
- C) HBr
- D) HI

12) Hvilket av følgende molekyler er IKKE polart?



- A) 1
B) 2
C) 3
D) 4

13) I en reaksjonsbeholder er det på et tidspunkt likevekt mellom hydrogen, nitrogen og ammoniakk. Hydrogenklorid føres så inn i beholderen. Hvilken av påstandene som refererer til reaksjonen under beskriver situasjonen i beholderen kort tid etter dette (Q er reaksjonskvotient; K er likevektskonstant)



- A) $Q = K$
B) $Q > K$
C) $Q = 2K$
D) $Q < K$

14) Hvilke typer kjemisk binding finnes i fast form (krystaller) av forbindelsen $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$?

- A) Hydrogenbinding og kovalent binding
B) Ionebinding, kovalent binding og metallbinding
C) Hydrogenbinding, ionebinding og kovalent binding
D) Ionebinding og metallbinding

15) En reaksjon finner sted i en åpen metallbeholder som er senket ned i et kar med vann. Entalpien til systemet (beholderen med innhold) øker som følge av reaksjonen. Hvilken påstand er korrekt?

- A) Temperaturen i karet med vann er lavere enn før
B) Temperaturen i karet med vann er høyere enn før
C) Temperaturen i karet med vann er den samme som før
D) Entropien til vannet er høyere enn før

16) En vandig løsning inneholder kun natriumioner ($c = 0,5 \text{ mol/L}$), magnesiumioner ($c = 1,0 \text{ mol/L}$) og nitrater. Hva er konsentrasjonen av nitrater i løsningen?

- A) $1,5 \text{ mol/L}$
B) $2,0 \text{ mol/L}$
C) $2,5 \text{ mol/L}$
D) $3,0 \text{ mol/L}$

- 17) Vannets ioneprodukt (K_w) er $4,0 \cdot 10^{-14}$ ved 45°C . Hva er pH for vann ved denne temperaturen?
- A) 6,4
 - B) 6,7
 - C) 7,0
 - D) 7,3
- 18) En blanding av gassene NO_2 , NH_3 og O_2 reagerer fullstendig og danner en blanding av utelukkende N_2 og H_2O . Hvilken av volumforholdene under (gitt som $V_{\text{NO}_2}:V_{\text{NH}_3}:V_{\text{O}_2}$) utgjør en blanding som tillater en slik fullstendig reaksjon?
- A) 2:4:1
 - B) 2:1:2
 - C) 1:2:1
 - D) 1:4:3
- 19) Hvilken vannløsning ($c = 0,1 \text{ mol/L}$) av følgende forbindelser har den høyeste pH-verdien?
- A) Natriumacetat
 - B) Eddiksyre
 - C) Ammoniumklorid
 - D) Natriumsulfat
- 20) Hvilken av følgende forbindelser er minst løselig i vann?
- A) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 - B) CH_3COOH
 - C) CH_3OCH_3
 - D) Glukose
- 21) Under dannelse av *is* fra *vann*, hvilken påstand er riktig?
- A) Energi frigjøres
 - B) Omgivelsene kjøles ned
 - C) Vannets masse øker
 - D) Trykket i omgivelsene synker
- 22) Til et labforsøk trengs en løsning av CuSO_4 med kjent konsentrasjon. I kjemikalieskapet finner eleven $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, men i beregningene glemmer eleven å ta hensyn til krystallvannet. Hva er sant om konsentrasjonen i den ferdige løsningen?
- A) Den ferdige løsningen har høyere konsentrasjon enn beregnet
 - B) Den ferdige løsningen har lavere konsentrasjon enn beregnet
 - C) Den ferdige løsningen har den beregnede konsentrasjonen
 - D) Umulig å avgjøre uten ytterligere opplysninger

- 23) Hvor mange hydrogenbindinger dannes normalt til/fra hvert vannmolekyl i en vannløsning?
- A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
- 24) Hvilket av disse ionene har et uparet elektron i elektronprikk(lewis)strukturen?
- A) NO_3^-
B) O_2^{2-}
C) S_3^-
D) CO_3^{2-}
- 25) En ballong skal fylles med 2,00 L CO_2 -gass ved $T = 298\text{K}$ og 1 atm trykk. Gassen skal komme fra reaksjonen mellom fast $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ og et overskudd av en toprotisk syre. Hvor mye av det faste stoffet må veies ut?
- A) 23,4 g
B) 17,3 g
C) 11,7 g
D) 8,65 g

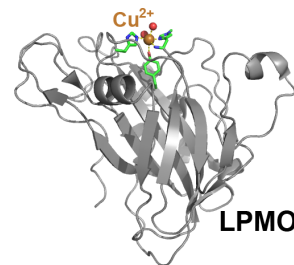
Oppgave 2 (25 poeng, 5 poeng per deloppgave)

- 1) Mange proteiner bruker et metall for å utføre sin katalytiske reaksjon. Et eksempel er enzymet lytisk polysakkarid monooxygenase (LPMO) som binder kobber og bryter ned cellulose. Bindingen av metallet til proteinet kan skrives som en likevekt:



Hvis du blander 1 mL 0,02 mM LPMO og 1 mL 0,02 mM Cu^{2+} , hva blir da likevektsskonsentrasjonen av LPMO uten bundet metall?

- A) $2 \cdot 10^6 \text{ M}$
B) $1 \cdot 10^{-6} \text{ M}$
C) $5 \cdot 10^{-13} \text{ M}$
D) $7 \cdot 10^{-7} \text{ M}$



- 2) I et begerglass har du 100 mL $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L Pb}(\text{NO}_3)_2$ -løsning. Hvor stort volum 0,700 mol/L NaCl-løsning kan tilsettes før utfellingen av PbCl_2 begynner?
- A) 26,5 mL
B) 18,6 mL
C) 17,0 mL
D) 14,3 mL

- 3) Vi ser på reaksjonen hvor nitrogenmonoksid dannes fra nitrogengass og oksygen-gass ved $T = 298\text{K}$: $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}(\text{g})$. Gitt følgende termodynamiske data for reaktanter og produkter, hva er riktig for denne reaksjonen?

Dannelsesentalpi $\Delta H(\text{NO}) = 90,25 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H(\text{N}_2) = \Delta H(\text{O}_2) = 0 \text{ kJ/mol}$.

Entropi $S(\text{NO}) = 201,5 \text{ J/(K mol)}$, $S(\text{N}_2) = 191,6 \text{ J/(K mol)}$, $S(\text{O}_2) = 205 \text{ J/(K mol)}$

- A) Reaksjonen er eksoterm, og entropien øker
 B) Reaksjonen er eksoterm, og entropien minker
 C) Reaksjonen er endoterm, og entropien øker
 D) Reaksjonen er endoterm, og entropien minker
- 4) Vi kjenner ammoniakk, NH_3 , som en gass ved romtemperatur (25°C) og 1 bar trykk ($\approx$ atmosfæretrykk). Ved hvilken temperatur vil ammoniakk kondensere til en væske ved dette trykket? Du vil få bruk for følgende termodynamiske verdier ved de aktuelle temperatur- og trykkbetingelsene:

$$\Delta H_{\text{fordampning}}^o = 23,35 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \quad \Delta S_{\text{kondensasjon}}^o = -97,41 \frac{\text{J}}{\text{K mol}}$$

Hint: Ved hvilken temperatur blir prosessen $\text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{l})$ spontan?

- A) $-33,44^\circ\text{C}$
 B) $0,24 \text{ K}$
 C) $-0,24^\circ\text{C}$
 D) $-239,71^\circ\text{C}$
- 5) Kationer kan fungere som syrer. En 1 mol/L løsning av AlCl_3 har $\text{pH} = 2,43$. Hva er K_a til $\text{Al}^{3+}(\text{H}_2\text{O})_6 \rightarrow \text{Al}^{3+}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})^- + \text{H}^+$
- A) $1,39 \cdot 10^{-5}$
 B) $8,06 \cdot 10^{-5}$
 C) $2,44 \cdot 10^{-4}$
 D) $2,33 \cdot 10^{-4}$