

Dansk KemiolympiadeKomite

# Dansk Kemiolympiade 2015

## 2. runde i København 23. januar 2015

**Skriv dit OL- nr. på alle de efterfølgende sider  
– inden du begynder at se på opgaverne**

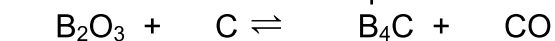
**Hjælpemidler: Lommeregner/PC/Mac, DATABOG, fysik-kemi, Kemisk Formelsamling og/eller Formelsamling Kemi A og/eller kemi 112.**

Opgavernes antal og mængden af arbejde er gjort så stor, at du er tvunget til at udvælge og prioritere. Dette er gjort for, at situationen skal minde så meget som muligt om forholdene under den Internationale Kemiolympiade (IChO), hvor det drejer sig om, at finde de bedste blandt eliten af kemielever på jeres alder i hele verden. Husk på, at du er med i dag, fordi du hører til blandt de bedste af alle danske kemielever. Bliv derfor ikke skuffet, når du løber ind i vanskeligheder med disse opgaver.

Det er angivet, hvor mange point de enkelte spørgsmål giver for korrekt besvarelse. Det er ikke en eksamen eller prøve, der ender med en karakter. Formålet er udelukkende at finde de bedste af jer, som så kan deltage i tre Kemi-camps. De fire bedste herfra vil kvalificere sig til at deltage i den **47. IChO** i Azerbajjan.

**SMÅ OPGAVER** (*multiple choice*). **NB** kun et kryds i hver opgave.**OPGAVE 1** (5 point)

Borcarbide,  $B_4C$ , fremstilles ved en højtemperaturproces mellem boroxid og grafit, med carbonmonoxid som et biprodukt.



Hvad er summen af de laveste heltallige koefficienter for såvel reaktanter og produkter i det afstemte reaktionsskema?

- (a) 9
- (b) 10
- (c) 15
- (d) 16

**OPGAVE 2** (5 point)

En forbindelse med 69,41% C, 4,16% H og 26,42% O efter masse, har den molare masse 230 – 250  $g \cdot mol^{-1}$ . Hvad er dens molekylformel ?

- (a)  $C_{13}H_9O_4$
- (b)  $C_{14}H_{10}O_4$
- (c)  $C_{13}H_6O_4$
- (d)  $C_{15}H_{14}O_3$

**OPGAVE 3** (5 point)

Aluminium reagerer med svovl og danner aluminiumsulfid. Hvis 31,9 g Al reagerer med 72,2 g S, hvad er det teoretiske udbytte af aluminiumsulfid i gram?

- (a) 88,8 g
- (b) 69,7 g
- (c) 57,2 g
- (d) 113 g

**OPGAVE 4** (5 point)

40,180 g flydende  $H_2O$  anbringes i en 5,00 L tom beholder ved 25 °C. Hvad vil der være tilstede i beholderen når ligevægt bliver nået?  
(Vanddamstrykket ved 25 °C er 3,17 kPa)

- (a) Vanddamp med et tryk på 24,8 kPa
- (b) Vanddamp med et tryk på 4,96 kPa

- (c) Flydende vand og vanddamp med et tryk på 4,96 kPa
- (d) Flydende vand og vanddamp med et tryk på 3,17 kPa

**OPGAVE 5 (5 point)**

Et oxid af rhenium krystalliserer med otte rheniumatomer i hjørnerne af den kubiske enhedscelle og 12 oxygenatomer på kanterne mellem dem (rheniumatomerne). Hvad er formlen for dette oxid?

- (a)  $\text{ReO}$
- (b)  $\text{Re}_2\text{O}_3$
- (c)  $\text{ReO}_2$
- (d)  $\text{ReO}_3$

**OPGAVE 6 (5 point)**

For reaktionen,  $2\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D}$ , kan hastighedsudtrykket skrives som  $v = k[\text{B}]$ . Hvilken af nedenstående mekanismer passer med dette hastighedsudtryk?

- (a)  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{M}$  (langsom),  $\text{A} + \text{M} \rightarrow \text{C} + \text{D}$  (hurtig)
- (b)  $\text{A} + \text{A} \rightarrow \text{M}$  (hurtig),  $\text{B} + \text{M} \rightarrow \text{C} + \text{D}$  (langsom)
- (c)  $\text{B} \rightarrow \text{M}$  (langsom),  $\text{M} + \text{A} \rightarrow \text{N}$  (hurtig),  $\text{N} + \text{A} \rightarrow \text{C} + \text{D}$  (hurtig)
- (d)  $\text{B} \rightarrow \text{M}$  (hurtig),  $\text{M} + \text{A} \rightarrow \text{N}$  (langsom),  $\text{N} + \text{A} \rightarrow \text{C} + \text{D}$  (hurtig)

**OPGAVE 7 (5 point)**

50,0 mL 1,00 M opløsning af en dihydron syre  $\text{H}_2\text{A}$  ( $K_{s1} = 1,0 \cdot 10^{-6}$  M og  $K_{s2} = 1,0 \cdot 10^{-10}$  M) blev titreret med 2,00 M NaOH. Hvad er det mindste volumen af 2,00 M NaOH, der kræves for nå en pH på 10,00?

- (a) 12,5 mL
- (b) 37,5 mL
- (c) 25,0 mL
- (d) 50,0 mL

**OPGAVE 8 (5 point)**

Reaktionen,  $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{F}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{OF}_2(\text{g})$ , har  $K = 41,0 \text{ bar}^{-1}$ . Hvis  $p(\text{O}_2) = 0,116 \text{ bar}$  og  $p(\text{F}_2) = 0,0461 \text{ bar}$  ved ligevægt, hvad er trykket da af  $\text{OF}_2(\text{g})$  ved ligevægt?

- (a) 0,101 bar

- (b) 0,132 bar
- (c) 0,760 bar
- (d) 166 bar

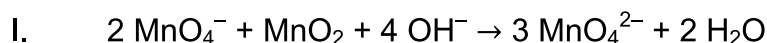
**OPGAVE 9** (5 point)

Calciumhydroxid er kun lidt opløselig i vand med  $K_o$  på  $1,3 \cdot 10^{-6} \text{ M}^3$ . Hvad er pH i en mættet opløsning af calciumhydroxid ved 25 °C?

- (a) 12,34
- (b) 12,14
- (c) 12,04
- (d) 11,84

**OPGAVE 10** (5 point)

Hvilke(n) af de nedenstående reaktioner forskydes mod højre når pH forøges?



- (a) Kun I
- (b) Kun II
- (c) Både I og II
- (d) Hverken I eller II

**OPGAVE 11** (5 point)

For et overgangsmetal, M med elektronkonfiguration  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ , gælder at  $\text{M}^{2+}$  ionen har et antal uparrede elektroner i grundtilstanden, men hvor mange?

- (a) 0
- (b) 2
- (c) 4
- (d) 6

**OPGAVE 12** (5 point)

Hvad er de to mest almindelige oxidationstal for antimon?

- (a) -1 og -3
- (b) -1 og +2

- (c) +3 og -3  
(d) +3 og +5

  
**OPGAVE 13** (5 point)

Hvilke(t) af nedenstående molekyler har et permanent dipolmoment?

I: HCN, II: O<sub>3</sub>, III: XeF<sub>2</sub>

- (a) Kun I  
(b) Kun I og II  
(c) Kun II og III  
(d) I, II, og III

  
  
  
**OPGAVE 14** (5 point)Hvad er geometrien for ICl<sub>4</sub><sup>-</sup> i følge VSEPR-modellen?

- (a) Trigonal bipyramidisk  
(b) Plan kvadratisk  
(c) Tetraedrisk  
(d) T-formet

  
  
  
**OPGAVE 15** (5 point)Mild oxidation af 1-propanol, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH, fører til dannelsen af

- (a) Propanal, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CHO  
(b) Propansyre, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH  
(c) Propanon, CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>  
(d) Dipropylether, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>

  
  
  
**OPGAVE 16** (5 point)Hvilken isomer af C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> har den mindste entropi ved 25 °C?

- (a) 1-buten  
(b) *cis*-2-buten  
(c) *trans*-2-buten  
(d) cyclobutan

**OPGAVE 17** (5 point)

Ved undersøgelse af kinetikken for reaktionen,  $2 A + 2 B \rightarrow C$ , ved hjælp af initialhastighedsmetoden fik man følgende måleresultater.

Forsøg	$[A]_0$ i mol/L	$[B]_0$ i mol/L	Initialhastighed for dannelse af C i mol/(L·s)
1	0,060	0,040	0,00036
2	0,060	0,080	0,00072
3	0,030	0,120	0,00054

Hvad er hastighedsudtrykket for reaktionen?

- (a)  $v = k[A][B]$
- (b)  $v = k[A]^2[B]$
- (c)  $v = k[A][B]^2$
- (d)  $v = k[A]^2[B]^2$

**OPGAVE 18** (5 point)

Reaktionen,  $ADP + \text{phosphat} \rightarrow ATP$ , har  $\Delta G^\ominus(37,5 \text{ }^\circ\text{C}) = 30,50 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Hvad er værdien af ligevægtskonstanten,  $K$ , for processen under fysiologiske betingelser  $37,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

- (a)  $4,5 \cdot 10^{-6} \text{ M}^{-1}$
- (b)  $7,4 \cdot 10^{-6} \text{ M}^{-1}$
- (c)  $1,3 \cdot 10^5 \text{ M}^{-1}$
- (d)  $2,2 \cdot 10^5 \text{ M}^{-1}$

**OPGAVE 19** (5 point)

Efter tilsætning af 0,0030 mol HCl til 100 mL af en 0,10 M opløsning af en svag base,  $R_2NH$ , blev opløsningens pH 11,10. Hvad er  $K_b$  for den svage base?

- (a)  $2,9 \cdot 10^{-3} \text{ M}$
- (b)  $5,4 \cdot 10^{-4} \text{ M}$
- (c)  $4,1 \cdot 10^{-5} \text{ M}$
- (d)  $1,6 \cdot 10^{-5} \text{ M}$

**OPGAVE 20** (5 point)

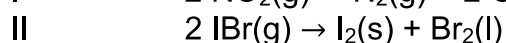
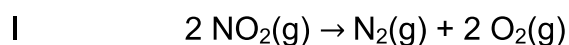
For hvilke af nedenstående par er atomradius tættest på hinanden?

- (a) Li og Na

- (b) Na og Mg
- (c) Mn og Fe
- (d) Fe og Ru

**OPGAVE 21** (5 point)

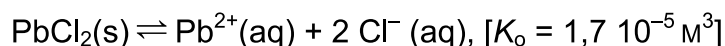
Betragt nedenstående reaktioner:

For hvilke(n) reaktion er  $\Delta S^\ominus < 0$ ?

- (a) Kun I
- (b) Kun II
- (c) Både I og II
- (d) Hverken I eller II

**OPGAVE 22** (5 point)

Hvad vil resultatet blive når 15,0 mL 0,040 M bly(II)nitrat blandes med 15,0 mL 0,040 M natriumchlorid – slutvolumen er 30,0 mL?



- (a) En klar opløsning uden bundfald.
- (b) Fast  $\text{PbCl}_2$  vil fælde ud og overskud af  $\text{Pb}^{2+}$  vil forblive i opløsning.
- (c) Fast  $\text{PbCl}_2$  vil fælde ud og overskud af  $\text{Cl}^{-}$  vil forblive i opløsning.
- (d) Fast  $\text{PbCl}_2$  vil fælde ud og der vil ikke være overskydende ioner i opløsning.

**OPGAVE 23** (5 point)Hvad er oxidationstrinnet for As i forbindelsen  $\text{K}(\text{NH}_4)_2\text{AsO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ?

- (a) -3
- (b) +1

- (c) +3
- (d) +5

**OPGAVE 24** (5 point)

For hvilken af følgende overgange skal et hydrogenatom absorbere en foton med den længste bølgelængde?  $n$  er hovedkvantetallet.

- (a)  $n = 1$  til  $n = 2$
- (b)  $n = 3$  til  $n = 2$
- (c)  $n = 5$  til  $n = 6$
- (d)  $n = 7$  til  $n = 6$

**OPGAVE 25** (5 point)

Elektronprikformlen for methansyre, HCOOH, indeholder et antal par af elektroner i bindinger og et antal af lone pairs (ledige elektronpar) – men hvor mange af hver?

- (a) 4 bindende, 2 lone pairs
- (b) 4 bindende, 5 lone pairs
- (c) 5 bindende, 0 lone pair
- (d) 5 bindende, 4 lone pairs

**STØRRE OPGAVER****OPGAVE 26****Chrom**

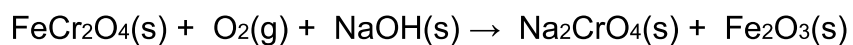
Chrom er et vigtig brugsmetal. Det mest almindelige chrommineral er chromit. Chromit indeholder (efter masse) 24,95 % Fe, 46,46 % Cr og resten er oxygen.

- a) Vis at chromit har den empiriske formel  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$  (10 point)



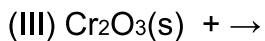
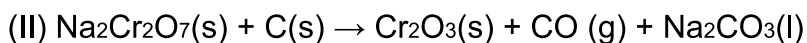
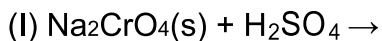
Første trin i fremstillingen af chrom ud fra chromit er oxidation med oxygen i en smelte af natriumhydroxid.

b) Afstem nedenstående ufuldstændige reaktionsskema. (10 point)



Natriumchromat omdannes vha. svovlsyre til natriumdichromat, (I), som så reduceres til chrom(III)oxid af carbon, (II). Chrom(III)oxidet reduceres til sidst til chrom, her anvendes aluminium som reduktionsmiddel, (III).

c) Afstem hver af de tre nedenstående ufuldstændige reaktionsskemaer (10 point)



100 ton chromit skal omdannes til frit chrom.

- d) Beregn den nødvendige stofmængde af carbon og massen af den dannede chrom. (10 point)

## OPGAVE 27

### Brændt kalk

- a) Opskriv et afstemt reaktionsskema for dannelsen af brændt kalk,  $\text{CaO(s)}$  ud fra kalk,  $\text{CaCO}_3\text{(s)}$  (10 point)

- b) Beregn  $\Delta H^\circ$  og  $\Delta S^\circ$  for denne reaktion (10 point)

c) Beregn ligevægtskonstanten for reaktionen og  $p(\text{CO}_2)$  ved 25 °C og standardbetingelser. (10 point)

Reaktionen er ikke termodynamisk spontant ved 25 °C og standard betingelser.

d) Forklar hvorfor reaktionen ikke er spontan og beregn ved hvilken temperatur reaktionen bliver spontan.

(10 point)

Når brændt kalk blandes med vand, dannes en ætsende opløsning af calciumhydroxid, kaldet læsket kalk.

e) Opskriv et afstemt reaktionsskema for denne reaktion (10 point)

**OPGAVE 28****Ukendt metal**

Når en blanding af et metal carbonat,  $\text{MCO}_3$ , og dets oxid,  $\text{MO}$ , opvarmes frigiver det carbondioxid gas og bliver fuldstændigt omdannet til metaloxidet,  $\text{MO}$ .

Hvis 0,6500 g blanding af  $\text{MCO}_3$  og  $\text{MO}$  frigiver 0,1575 L carbondioxid gas ved 25,0 °C og et tryk på 0,9333 bar, hvad er da stofmængden af dannet  $\text{CO}_2$

(10 point)

Når de 0,3891 g  $\text{MO}$  (**produktet**) fra reaktionen i **a** titreres med 0,500 M  $\text{HCl}$ , skal der anvendes 38,60 mL til ækvivalenspunktet.

a) Beregn stofmængden af  $\text{MO}$  i de 0,3891 g.

(10 point)

b) Bestem den molare masse af metallet  $\text{M}$  – hvilket grundstof er der tale om?

(10 point)

c) Bestem stofmængderne af  $\text{MCO}_3$  og  $\text{MO}$  i den originale blanding (10 point)

## OPGAVE 29

### Syre-base

Til at indstille (bestemme stofmængdekonzentrationen af) en opløsning af natriumhydroxid anvendes kaliumhydrogenphthalat, som er et salt af phthalatsyre (1,2-benzendisyre). Der titreres til rødt omslag med phenolphthalein som indikator.

Der afvejes 0,4084 g kaliumhydrogenphthalat, der opløses i vand til et rumfang på 25,00 mL.

a) Bestem stofmængdekonzentrationen af kaliumhydrogenphthalat. (10 point)

b) Beregn pH i opløsningen (10 point)

Til titreringen anvendes 19,51 mL natriumhydroxid-opløsning.

c) Bestem stofmængdekonzentrationen af natriumhydroxid. (10 point)

d) Beregn pH i opløsningen når halvdelen af natriumhydroxid-opløsningen er tilsat. (10 point)

e) Beregn pH i opløsningen når al natriumhydroxid-opløsningen er tilsat. (10 point)

### **OPGAVE 30**

#### **Organisk kemi**

Der findes otte forskellige, ikke-cykliske, isomerer stoffer med molekylformlen  $C_4H_{10}O$

- a) Opskriv strukturformlerne for så mange som muligt af de otte, ikke-cykliske, stoffer med molekylformlen  $C_4H_{10}O$ . (16 point)

En cyklisk forbindelse A ( $C_7H_{12}$ ) gennemgår ozonolyse (en proces der kløver dobbeltbindinger og danner en carbonylgruppe på hver af de to carbonatomer som dobbeltbindingen gik mellem) og efterfølgende behandling med zink og saltsyre, hvorved der dannes en forbindelse, B ( $C_7H_{12}O_2$ ) 6-oxoheptanal

b) Angiv strukturformlerne for A og B. (10 point)

Hvis A reagerer med permanganat-ioner i basisk opløsning ved  $0^\circ C$  dannes en cyklisk forbindelse C ( $C_7H_{14}O_2$ ). C indeholder et eller flere asymmetriske carbonatomer (chirale centre).

c) Opskriv strukturformlen for C. (10 point)

Hvis A reagerer med permanganat-ioner i sur opløsning kløves dobbeltbindingen og der dannes en ikke cyklisk forbindelse D ( $C_7H_{12}O_3$ ).

d) Opskriv strukturformlen og navnet for D. (10 point)



--