

# UTTAGNING TILL KEMIOLYMPIADEN 2014

## TEORETISKT PROV nr 2

Provdatum: torsdagen den 13 mars 2014

Provtid: 180 minuter. Hjälpmedel: Räknares, tabell- och formelsamling.

Provet omfattar **12** uppgifter.

Alla uppgifter redovisas på svarsblanketten som du hittar i slutet av provet. **Max 55 p**

Lärares grov rättning grundas endast på de svar som finns på svarsblanketten.

Du skall dessutom redovisa uppgift 10-12 fullständigt.

Konstanter, som inte ges i problemtexten, hämtas ur tabell.

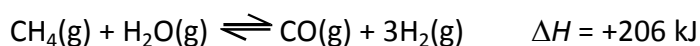
Du får poäng för korrekt löst deluppgift, även om du inte behandlat hela uppgiften.

**Du måste tydligt fylla i telefonnummer, namn och mailadress på svarsblanketten.**

---

### Uppgift 1 (2 poäng) Ett eller flera alternativ ska väljas

En blandning av vätgas och koloxid kan produceras ur metan och vattenånga med användande av en katalysator.



Vilken eller vilka av följande åtgärder förskjuter jämvikten åt höger.

- |                             |                        |  |
|-----------------------------|------------------------|--|
| a) öka temperaturen         | b) minska temperaturen | c) öka trycket                         |
| d) tillsätta en katalysator | e) minska trycket      | f) öka koncentrationen av $\text{H}_2$ |

### Uppgift 2 (2 poäng) Ett eller flera alternativ ska väljas

Vilken eller vilka partiklar är linjära

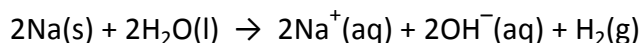
- |                  |                  |                         |                          |                     |
|------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|
| a) $\text{SO}_2$ | b) $\text{CO}_2$ | c) $\text{H}_2\text{S}$ | d) $\text{Cl}_2\text{O}$ | e) $\text{ClO}_2^-$ |
|------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|

### Uppgift 3 (2 poäng)

Det sägs att en droppe av YES diskmedel räcker gott och väl. En av de aktiva substanserna i YES är natriumdodecylsulfat,  $\text{NaC}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4$ , och för att dessa molekyler skall kunna bilda miceller krävs en koncentration på minst  $8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ . Hur stor volym diskvatten kan man få av en droppe om koncentrationen av natriumdodecylsulfat i diskmedel är  $0,54 \text{ mol/dm}^3$  och volymen av en droppe antas vara  $0,06 \text{ cm}^3$ ? Svara i  $\text{cm}^3$ .

### Uppgift 4 (4 poäng)

Natrium reagerar med vatten enligt.



1,15 g natrium reagerar fullständigt med överskott av vatten. Den bildade lösningen späds till  $250,0 \text{ cm}^3$ .

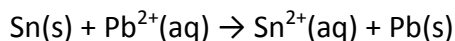
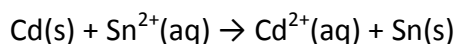
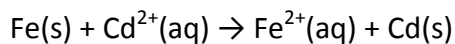
- a) Beräkna koncentrationen av hydroxidjoner i den spädda lösningen.  
Svara i  $\text{mol/dm}^3$  med två decimaler.
- b) Den bildade vätgasen samlas upp i ett kärl med volymen  $2,0 \text{ dm}^3$ . Vad blir trycket av vätgas vid en temperatur av  $25^\circ\text{C}$ ? Svara i hela kPa.

### Uppgift 5 (2 poäng)

Om gasformig klorodioxid,  $\text{ClO}_2$ , inledes i natriumhydroxidlösning bildas kloritjoner,  $\text{ClO}_2^-$ , och kloratjoner,  $\text{ClO}_3^-$ . Skriv en balanserad reaktionsformel.

### Uppgift 6 (2 poäng) *Ett eller flera alternativ ska väljas*

Följande reaktioner sker spontant.



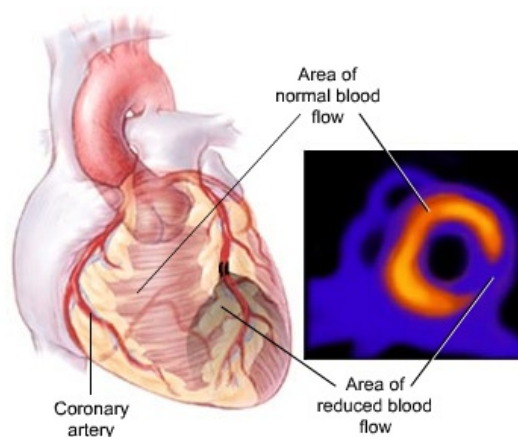
Vilken eller vilka av nedanstående partikelslag reagerar spontant med varandra?

- a)  $\text{Sn(s)} + \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$                       b)  $\text{Cd(s)} + \text{Pb}^{2+}(\text{aq})$                       c)  $\text{Fe(s)} + \text{Pb}^{2+}(\text{aq})$   
 d)  $\text{Pb(s)} + \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$                       e)  $\text{Cd(s)} + \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$

### Uppgift 7 (2 poäng)

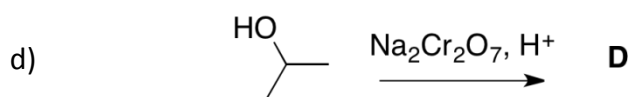
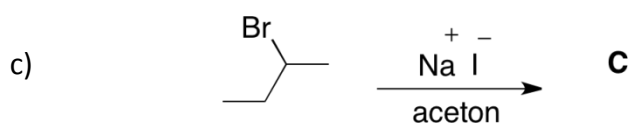
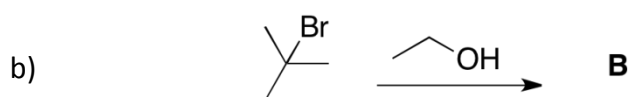
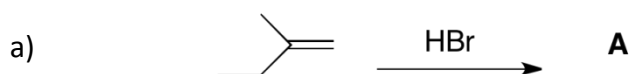
Ett talliumstresstest är en form av röntgenscintigrafi som visar hur väl blodet flödar till hjärtmuskeln. I testet används tallium( $^{201}\text{Tl}$ )klorid där tallium-201 har ett första ordningens radioaktivt sönderfall till  $^{201}\text{Hg}$  med halveringstiden 73h.

Hur lång tid tar det innan 90% av den ursprungliga injicerade mängden tallium-201 har sönderfallit? Svara i hela timmar.



### Uppgift 8 (4 poäng)

Ange vilken typ av reaktion som sker samt vilken huvudprodukt **A-D** som bildas i nedanstående reaktioner. Välj i varje deluppgift mellan följande reaktionstyper: substitution, addition, elimination, kondensatation, polymerisation, oxidation och reduktion





KEMIOLYMPIADEN  
SVERIGE

### Uppgift 9 (4 poäng)

Rakblad tillverkas av en legering av järn och krom. Bitar av rakblad med den totala massan 0,6655 g får reagera med överskott av utspädd svavelsyra. Den bildade lösningen överförs kvantitativt till en 100,0 cm<sup>3</sup> mätkolv som späds till märket med avjonat vatten. Man tar med pipett ut en portion om 20,00 cm<sup>3</sup> av lösningen och titrerar med en lösning av kaliumpermanganat, KMnO<sub>4</sub>, med koncentrationen 0,02051 mol/dm<sup>3</sup>. Vid titreringen bildas det järn(III)joner och mangan(II)joner. Det går åt 20,08 cm<sup>3</sup> permanganatlösning.

- Skriv en balanserad reaktionsformel för den reaktion som sker vid titreringen med permanganatlösning.
- Beräkna masshalten i procent av järn i rakbladet. Svara med tre gällande siffror.

**Du ska förutom svar på svarsblanketten lämna fullständiga lösningar till uppgift 10-12 på separata papper**

**Börja lösningen av varje uppgift på ett nytt papper.  
Lämna en marginal om minst 3 cm på varje papper.  
Skriv dessutom NAMN och SKOLA på alla papper.**

### Uppgift 10 (6 poäng)

I en enfamiljsvilla finns ett avhärdningsfilter med jonbytare som byter alla positiva joner i vattenledningsvattnet mot natriumjoner.

- Skriv reaktionsformeln för utbytet av kalciumjoner i vattenledningsvattnet. Jonbytaren kan betecknas R<sup>-</sup>Na<sup>+</sup>.

Varannan natt regenereras avhärdningsfiltret (jonbytaren) med natriumklorid. Man beräknar att saltåtgången är 25 kg per månad. Man beräknar också att tillsatsen av natriumjoner, som är i överskott, är ungefär 3 gånger så stor som den mängd natriumjoner som fastnar i jonbytaren. Överskottet spolats bort direkt efter varje regenerering. Vattenförbrukningen är 300 m<sup>3</sup> per år.

- Beräkna koncentrationen av kalciumjoner i vattenledningsvattnet, i mol/dm<sup>3</sup>, om man antar att det bara är dessa joner som byts ut mot natriumjoner.
- Vattnets hårdhet anges i tyska hårdhetsgrader, °dH. 1 °dH motsvarar 10 mg CaO per dm<sup>3</sup>. Beräkna vattenledningsvattnets hårdhet i °dH.

### Uppgift 11 (14 poäng)

En varm dag då naturaren Lisa smaskade på sin isglass Calippo Cola från GB började hon fundera på om hon kunde gå ner i vikt bara genom att äta glassen. Hon läste på innehållsförteckning och såg att glassen innehåller mest vatten och socker. Isglassen väger 105 g och innehåller 22 g kolhydrater, 0 g protein och 0 g fett. Lisa lyckades också ta reda på att det åtgår 528 J/g för att tina och värma vatten från  $-18^{\circ}\text{C}$  till  $37^{\circ}\text{C}$ .

- Skriv reaktionsformeln för fullständig förbränning av strösocker, sukros  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ .
- Hur mycket värmeenergi frigörs vid förbränningen av kolhydraterna i en Calippo Cola? Antag att kolhydraterna helt domineras av sukros. Förbränningsentalpin för sukros är  $-5637 \text{ kJ/mol}$ .
- Hur mycket energi behövs för att smälta isglassen och värma den till kroppstemperatur? Antag här att glassen enbart består av fruset vatten.
- Kommer Lisa att gå ner i vikt på grund av att hon åt glassen?

Den med glassen besläktade drycken Coca Cola är tack vare att den innehåller fosforsyra en av de mest syrliga dryckerna på marknaden med ett pH på 2,5.

- Surhetsgraden i Coca Cola buffras av fosforsyra som har  $\text{pK}_a = 2,15$  för det första protolyssteget. Beräkna koncentrationskvoten  $[\text{H}_2\text{PO}_4^-]/[\text{H}_3\text{PO}_4]$  i Colan.
- Vilken koncentration svavelsyra skulle detta motsvara? Svavelsyra,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , är en stark syra i första protolyssteget och protolyseras fullständigt i vattenlösning. Vätesulfatjonen,  $\text{HSO}_4^-$ , är en betydligt svagare syra. Dess syrakonstant är  $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ .

### Uppgift 12 (11 poäng)

Kärnmagnetisk resonansspektroskopi, eller NMR spektroskopi, är en för kemisten oundgänglig teknik som möjliggör strukturbestämning av såväl små organiska molekyler till hela proteiner. Med hjälp av NMR kan man bestämma hur många olika unika omgivningar som en viss typ av atomkärna befinner sig i hos en molekyl och därifrån kan man avgöra hur molekylen är sammansatt.

Både kolatomer ( $^{13}\text{C}$ ) och väteatomer ( $^1\text{H}$ ) ger upphov till NMR signaler (d.v.s. deras atomkärnor är NMR-aktiva). Varje NMR-aktiv kärna som befinner sig i en unik miljö i en molekyl kommer att ge upphov till en signal med ett karaktäristiskt kemiskt skift (angivet i ppm).

Den relativa intensiteten för varje signal i ett spektrum är proportionellt mot antalet atomkärnor som befinner sig i det tillståndet.

Tolkning av  $^1\text{H}$  NMR-spektrum kompliceras något på grund av ett fenomen som kallas *koppling*. Om en väteatomkärna befinner sig inom tre bindningars avstånd till en annan väteatomkärna som befinner sig i en annan molekylär omgivning, så kommer dess signal att splittra upp sig i flera toppar. Allmänt gäller sambandet att om en väteatomkärna kopplar till  $n$  stycken andra väteatomkärnor så splittras dess signal till  $(n + 1)$  toppar.



KEMIOLYMPIADEN  
SVERIGE



Du ska i denna uppgift bestämma strukturen för förening **1-7** genom att använda dig av informationen nedan samt bilagan till provtexten.

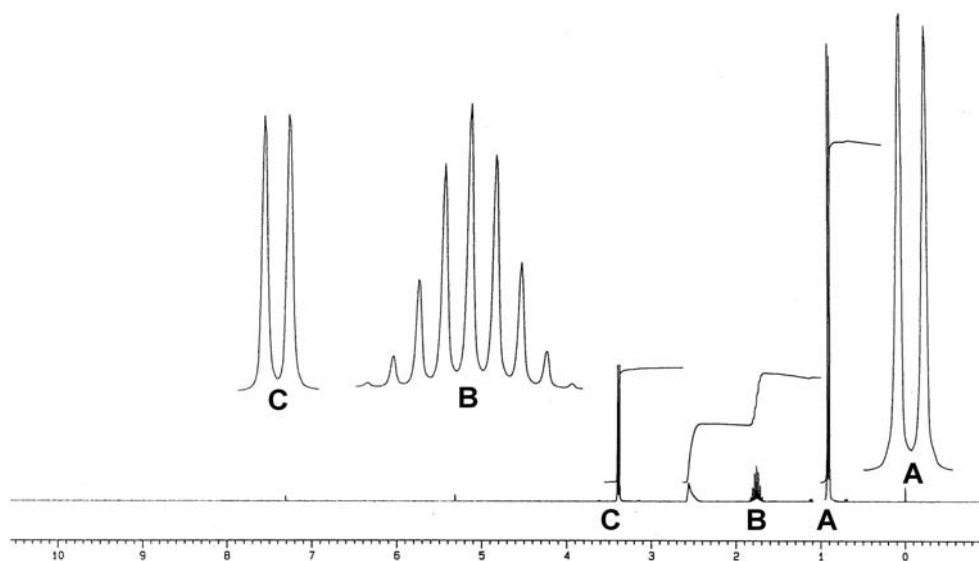
Förening **1-7** har alla samma molekylformel,  $C_4H_{10}O$ , men de har olika kemiska, strukturella och spektroskopiska egenskaper.

Förening **5, 6** och **7** har lägre kokpunkt än förening **1-4**.

Förening **1-4** har en bred absorptionstopp vid vågtalet  $3300\text{ cm}^{-1}$  i deras IR-spektrum.

Förening **2** kan förekomma som olika optiska isomerer.

Nedan visas  $^1\text{H}$  NMR spektrumet för förening **3**:



$^1\text{H}$ -NMR spektrum för förening **3**. Splittringsmönstret för **A**, **B** och **C** visas i förstorad skala.

$^1\text{H}$  NMR spektrumet för både förening **4** och **5** består endast av två distinkta signaler.

$^1\text{H}$  NMR spektrumet för förening **5** ger upphov till följande data:

Kemiskt skift ppm	Splittrings-mönster	Relativ intensitet
1,21	triplett	3
3,47	kvartett	2

$^{13}\text{C}$  NMR spektrumet för förening **6** uppvisar fyra distinkta signaler, medan förening **7** endast uppvisar tre signaler.

- Ange de systematiska namnen på förening **1-4**.
- Rita **skelettformeln** (streckformeln) för förening **1-7**.

# BILAGA TILL PROVTEXTEN (IR- OCH NMR-SPEKTRUM)

## IR-spektrum: Karakteristiska vågtal för funktionella grupper

Förening	Funktionella grupper	Vågtal ( $\text{cm}^{-1}$ )
Alkohol	O-H	3650 - 3200
Karboxylsyra	O-H	3300 - 2500*
Fenol	O-H	3600 - 3000*
Karboxylsyra	C=O	1725 - 1700
Alkan	C-H <sub>3</sub> (stretch)	3000-2800
Keton	C=O	1725 - 1705
Aldehyd	C=O	1740 - 1720**
Ester	C=O	1750 - 1730***
Amid	C=O	1690 - 1680**
	N-H (stretch)	3500 - 3180
Primär amin	N-H (stretch)	(about 3500 and 3300)a
	N-H (deform)	1650 - 1580
Sekundär amin	N-H (stretch)	3450 - 3300 aa
	N-H (deform)	1650 - 1550
Aromat	C=C (stretch)	1600
Aromat	C-H (stretch)	3020-3000
Aromat	C-H (bend)	810-750
Alken	C=C (stretch)	1680 - 1620

\* Karboxylsyror och Fenoler har breda O-H sträckningar beroende på vätebindningar.

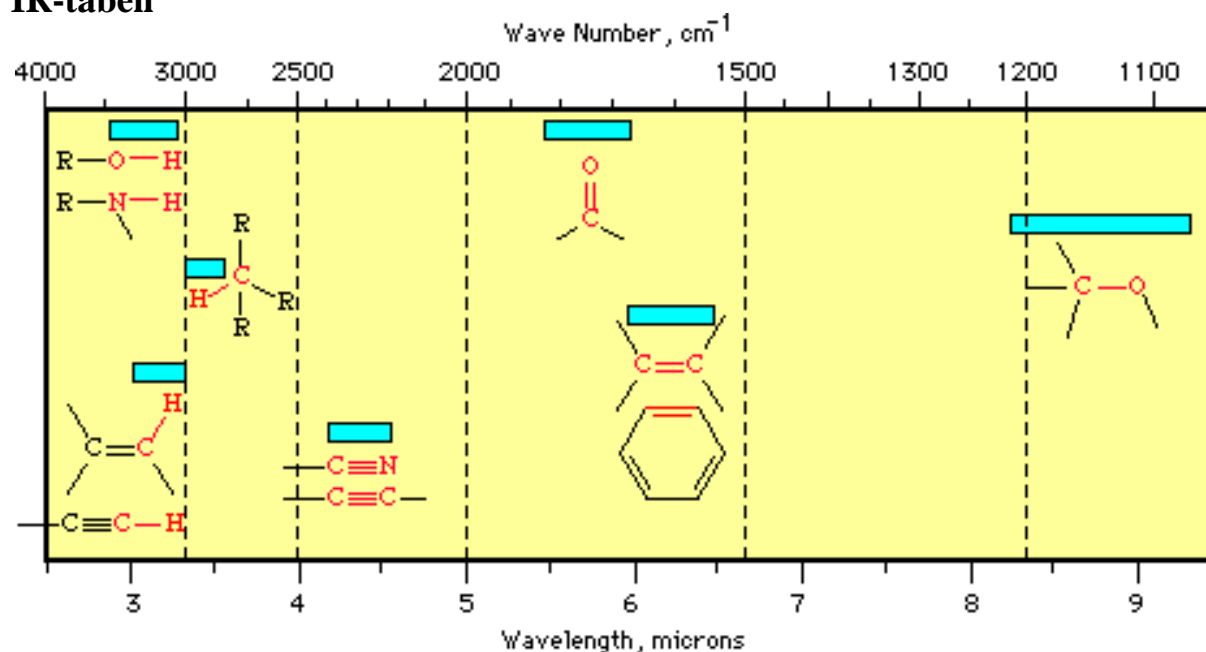
\*\* Aldehyder ger även en dubbeltopp vid runt  $2800 \text{ cm}^{-1}$

\*\*\* Estrar har även en topp vid  $1200 \text{ cm}^{-1}$  för C-O-sträckning

a Dubbeltopp för primär amin.

aa Enkeltopp för sekundär amin

## IR-tabell





# SVARSBLANKETT TILL KEMIOLYMPIADEN 2014, OMGÅNG 2

Namn: \_\_\_\_\_ Födelsedatum: \_\_\_\_\_

Skola: \_\_\_\_\_

Hemadress: \_\_\_\_\_

e-post: \_\_\_\_\_

Uppg.	Endast svar – inga uträkningar						Poäng	L	
1	a	b	c	d	e	f	2		
2	a	b	c	d	e		2		
3	$\text{cm}^3$						2		
4a	$\text{mol/dm}^3$						2		
4b	kPa						2		
5							2		
6	a	b	c	d	e		2		
7	timmar						2		
8a	Mekanism			Produkt			1		
8b	Mekanism			Produkt			1		
8c	Mekanism			Produkt			1		
8d	Mekanism			Produkt			1		
9a							2		
9b	%						2		
10a							2		
10b	$\text{mol/dm}^3$						2		
10c	°dH						2		



11a			2		
11b	Det frigörs		kJ	2	
11c	Det åtgår		kJ	1	
11d				1	
11e	[H <sup>+</sup> ] =		mol/dm <sup>3</sup>	2	
	[OH <sup>-</sup> ] =		mol/dm <sup>3</sup>		
11f	[H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ]/[H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ] =			2	
11g			mol/dm <sup>3</sup>	4	
12a	Förening 1			4	
	Förening 2				
	Förening 3				
	Förening 4				
12b	Förening 1		Förening 2	7	
	Förening 3		Förening 4		
	Förening 5		Förening 6		
	Förening 7		<b>X</b>		
<b>TOTALPOÄNG</b>				55	