

2012-03-13

Provet omfattar **18** uppgifter

Provtid: 180 minuter.

Hjälpmedel: Miniräknare, tabell- och formelsamling.

**Till uppgifterna 1-15 skall du endast ge svar. Svara på bifogad svarsblankett.**

### Svenskt stål

När ett rostfritt stål (Fe-Cr legering med kromhalt över 10%) oxiderar vid höga temperaturer (ca 400-1000°C) bildas oxider på stålet. Vilka oxider som bildas beror både på temperaturen samt den omgivande miljön och har stor betydelse för materialets egenskaper.

### Uppgift 1 (2 poäng)

De oxider som kan bildas på ren metall av järn och krom är FeO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> och Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Ange utifrån de bildade oxiderna vilka oxidationstal (heltal) som är möjliga för järn och krom.

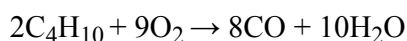
### Uppgift 2 (2 poäng) *Endast ett alternativ ska väljas*

Vid uppvärmning av det rostfria stålet i luft bildas oxiden M<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (M står för metall). Järn och krom är i denna oxid helt utbytbara mot varandra. Detta innebär att sammansättningen i oxiden M<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kan vara mellan 0-100 % med avseende på järn eller krom. För oxiden M<sub>3</sub>O<sub>4</sub> är inte alla sammansättningar av järn och krom möjliga. Vilken är den maximala halten krom, angiven i mol%, som kan förekomma i oxiden M<sub>3</sub>O<sub>4</sub>?

- a) 25 mol%      b) 33 mol%      c) 50 mol%      d) 67 mol%      e) 75 mol%

### Uppgift 3 (2 poäng) *Endast ett alternativ ska väljas*

Vid ofullständig förbränning av butan i syrgas sker reaktionen:



Hur stor volym syrgas av temperatur 295 K och trycket  $1,00 \cdot 10^5$  Pa krävs för att förbränna 0,10 mol butan under bildande av vattenånga och kolmonoxid?

- a) 2,5 dm<sup>3</sup>      b) 11 dm<sup>3</sup>      c) 14 dm<sup>3</sup>      d) 18 dm<sup>3</sup>      e) 22 dm<sup>3</sup>

### Uppgift 4 (2 poäng) *Endast ett alternativ ska väljas*

Syrakonstanten,  $K_a$ , för en syra är  $1,0 \cdot 10^{-2}$  mol/dm<sup>3</sup>. Vilket värde på  $pK_b$  har syrans korresponderande bas?

- a) 2,0      b) 4,0      c) 10,0      d) 12,0      e) 14,0

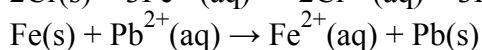
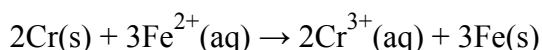
**Uppgift 5 (2 poäng) *Ett eller flera alternativ ska väljas***

En lösning av en svag syra och en lösning av en stark syra titreras en i taget med natriumhydroxidlösning till ekvivalenspunkten nås. Båda syralösningarna har samma volym och koncentration och samma natriumhydroxidlösning används vid båda titreringarna. Vilket eller vilka påståenden är riktiga?

- Samma volym natriumhydroxidlösning behövs för att nå ekvivalenspunkten i båda fallen.
- Båda syralösningarna har samma pH vid ekvivalenspunkten.
- Båda syralösningarna har samma pH innan titreringen startar.

**Uppgift 6 (2 poäng) *Endast ett alternativ ska väljas***

Följande redoxreaktioner sker spontant:

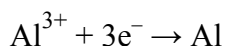


Vilken av följande partiklar är det starkaste reduktionsmedlet?

- Cr(s)
- Cr<sup>3+</sup>(aq)
- Pb<sup>2+</sup>(aq)
- Pb(s)
- Fe<sup>2+</sup>

**Uppgift 7 (2 poäng)**

En av industrins mest kostsamma processer är tillverkning av aluminium. Anledningen är att det krävs tre elektroner för att få en aluminiumatom. Aluminium bryts som mineralet bauxit och aluminiumjonerna elektrolyseras i en smälta med kryolit vid 950°C enligt följande reaktion:



Hur lång tid tar det att framställa 1,00 ton aluminium om man har en elektrolyscell med strömstyrkan 10000 A? Svara i timmar med tre gällande siffror.

$Q = I \cdot t$  och  $Q = n(\text{e}^{-}) \cdot F$ , där  $Q$  – Elmängd,  $I$  – Strömstyrka,  $t$  – Tid,  
 $n(\text{e}^{-})$  – substansmängd elektroner som åtgår för att reducera aluminiumjonerna,  
 $F$  – Faradays konstant, 96 485 C/mol

**Uppgift 8 (2 poäng)**

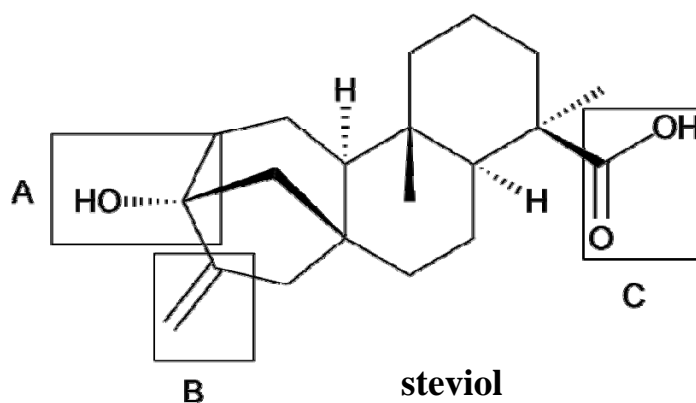
Lackas är ett blått protein som påträffas hos nedbrytande svampar i ruttnande trä. En massanalys visade att proteinet innehåller 0,390 mass% koppar. Om proteinet binder fyra stycken kopparatomer, vad är proteinets molmassa? Svara med två gällande siffror.



Proteinet Lackas struktur

**Uppgift 9 (5 poäng)**

Steviosid är ett nylanserat sötningsmedel i Sverige som utvinns ur örten *Stevia rebaudiana*. Sötningsmedlet är ca 300 gånger sötare än socker. Steviosids kemiska struktur är uppbyggd av den polycykliska diterpenoiden steviol som bär tre stycken glukosenheter.



- a) Hur många stereoisomerer har molekylen? Steviol är en av stereoisomererna.
- b) Till vilka ämnesklasser hör de funktionella grupperna i steviol? Para ihop delstrukturerna A-C med motsvarande nummer på ämnesklasserna enligt tabellen nedan.

Nr	Ämnesklass	Nr	Ämnesklass	Nr	Ämnesklass
1	aldehyd	7	amid	13	eter
2	alken	8	primär amin	14	fenol
3	alkyn	9	sekundär amin	15	karboxylsyra
4	primär alkohol	10	tertiär amin	16	keton
5	sekundär alkohol	11	aromat	17	lakton (cyklisk ester)
6	tertiär alkohol	12	ester		

**Uppgift 10 (2 poäng)**

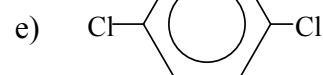
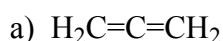
Vid 1000 K och 101 kPa gäller



Ange entalpiändringen då 1 mol CO(g) bildas ur grundämnena vid 1000 K och 101 kPa.

**Uppgift 11 (2 poäng) *Ett eller flera alternativ ska väljas***

Vilken eller vilka av följande molekyler är dipoler?

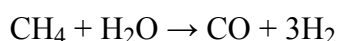


**Uppgift 12 (2 poäng)**

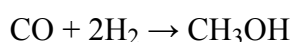
En kemisk förening innehöll kol, klor, kväve och svavel men inga andra grundämnen. Vid fullständig förbränning av föreningen bildades koldioxid, klor, kväve och svaveldioxid (alla i gasform) i volymförhållandet 4:1:2:4. Ange föreningens empiriska formel.

**Uppgift 13 (2 poäng)**

2,0 ton naturgas (metan) reagerar med vatten enligt:



Kolmonoxiden och vätgasen reagerar sedan enligt:



Hur stor massa metanol bildas om utbytet är 90%? Svara i ton med två gällande siffror.

**Uppgift 14 (2 poäng)**

Reaktionen  $2\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightarrow 3\text{Z}(\text{g})$  har följande hastighetsekvation

$$\text{reaktionshastigheten} = k \cdot [\text{X}]^2 \cdot [\text{Y}]^0$$

Koncentrationen av X ökas med en faktor tre samtidigt som koncentrationen av Y ökas med en faktor två. Med vilken faktor ökar reaktionshastigheten?

- a) 6            b) 9            c) 12            d) 18            e)  $\sqrt{5}$

**Uppgift 15 (2 poäng)**

Bestäm natriumjonkoncentrationen då 70,0 cm<sup>3</sup> av en 0,30 mol/dm<sup>3</sup> natriumkarbonatlösning sätts till 30,0 cm<sup>3</sup> av en 0,10 mol/dm<sup>3</sup> natriumvätekarbonatlösning. Svara med två gällande siffror.

**Till uppgift 16 -18 ska du ange svar på bifogad svarsblankett.**

**Du ska dessutom lämna fullständiga lösningar på separat papper**

Börja lösningen av varje uppgift på ett nytt papper (enkelt A4-ark).

Lämna en marginal om minst 3 cm på varje papper.

Skriv dessutom NAMN och SKOLA på alla papper.

**Viktigt!** Du måste även skriva svaret på svarsblanketten.

Lärarens grovrättning grundas endast på de svar som finns på svarsblanketten.

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

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

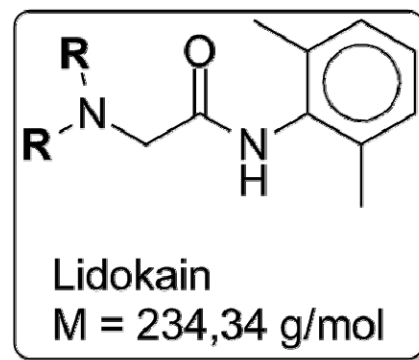
### Uppgift 16 (13 poäng)

Lidokain är ett lokalbedövningsmedel som uppfanns i början av 1940-talet av de svenska kemisterna Nils Löfgren och Bengt Lundqvist på Stockholms högskola. Rättigheterna till preparatet såldes till läkemedelsföretaget Astra (numera Astra-Zeneca) vilket betraktas vara Astras viktigaste historiska händelse.

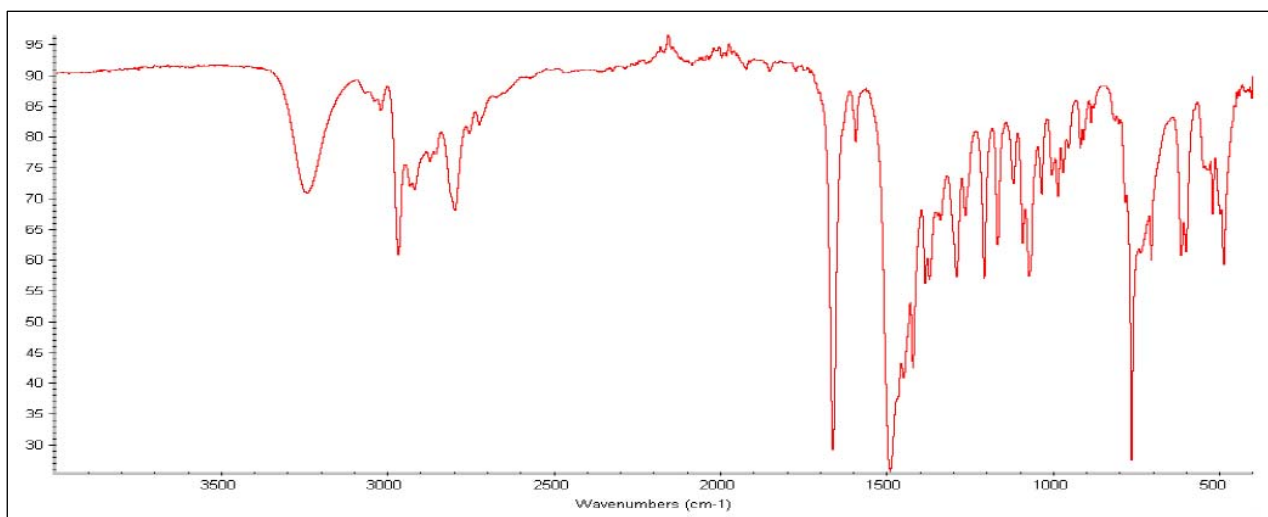
En elementaranalys av lidokain gav följande masshalter som resultat:

71,76 % kol, 9,46 % väte, 11,95 % kväve och 6,83 % syre.

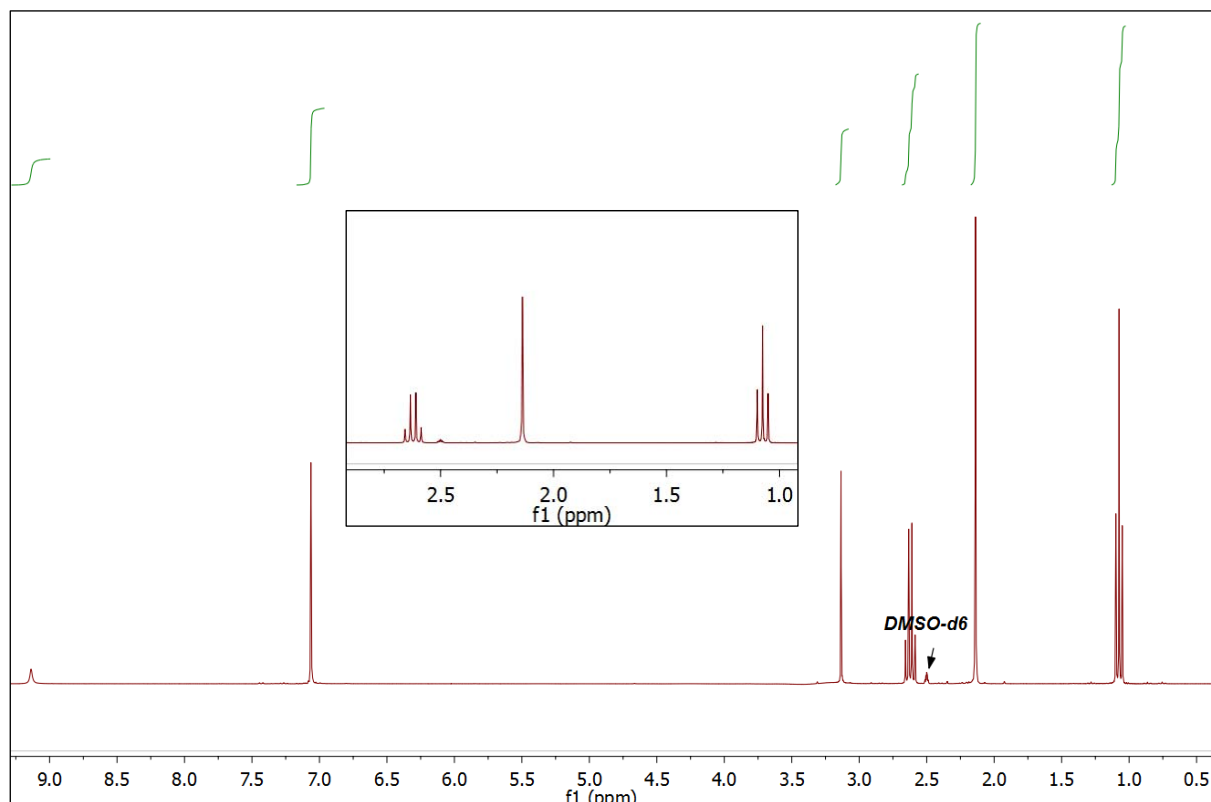
- Bestäm lidokains molekylformel.
- Nedan visas ett IR-spektrum för lidokain. Relatera tre toppar till funktionella grupper hos lidokain. Använd dig av bilagan till provtexten.
- Nedan visas även  $^1\text{H-NMR}$ -spektrum för lidokain. Ange för varje topp antalet väteatomer och vilken typ av splittringsmönster (singlett, dubblett, triplett etc.) de har.
- Para ihop varje topp i spektrumet med motsvarande väten i lidokains struktur (redovisas i de fullständiga lösningarna). Rita upp lidokains struktur på svarsblanketten.



### IR-spektrum



$^1\text{H-NMR}$  upptaget i deutererad dimetylsulfoxid (DMSO- $d_6$ ).



### Uppgift 17 (10 poäng)

Den svaga syran HA och dess korresponderande bas  $\text{A}^-$  är båda starkt färgade, men de har olika färg. En lösning av HA har därför olika färg beroende på pH. Lösningens absorbans kan mätas i en spektrofotometer där lösningen befinner sig i en kyvett. Sambandet mellan absorbansen,  $A$ , de båda konstanterna,  $\epsilon(\text{HA})$  och  $\epsilon(\text{A}^-)$ , kyvettlängden (mätt i cm),  $d$ , och de båda partiklarnas koncentration (mätt i  $\text{mol/dm}^3$ ),  $[\text{HA}]$  och  $[\text{A}^-]$ , ges av

$$A = \epsilon(\text{HA}) \cdot d \cdot [\text{HA}] + \epsilon(\text{A}^-) \cdot d \cdot [\text{A}^-]$$

$\epsilon$  är konstant vid en given våglängd men olika för HA och  $\text{A}^-$ .

I alla nedanstående mätningar är ljusets våglängd samma och kyvettlängden är 1,0 cm.

HA och  $\text{A}^-$  är de enda partiklar som bidrar till den uppmätta absorbansen.

- Man tillsätter NaOH till en  $0,40 \text{ mmol/dm}^3$  vattenlösning av HA till dess att absorbansen inte längre förändras. Då är  $A = 1,760$ . Volymändringen vid tillsatsen är försumbar. Bestäm  $\epsilon(\text{A}^-)$ .
- Man tillsätter HCl till en  $0,40 \text{ mmol/dm}^3$  vattenlösning av HA till dess att absorbansen inte längre förändras. Då är  $A = 0,176$ . Volymändringen vid tillsatsen är försumbar. Bestäm  $\epsilon(\text{HA})$ .
- Absorbansen hos en  $0,40 \text{ mmol/dm}^3$  vattenlösning av HA (utan tillsats av syra eller bas) uppmäts till 0,220. Beräkna  $[\text{HA}]$  och  $[\text{A}^-]$  i denna svagt sura lösning.
- Beräkna  $K_a$  (HA).

**Uppgift 18 (16 poäng)**

Man analyserade en blandning av ammoniumklorid, ammoniumsulfat och ammoniumnitrat. Saltblandningen löstes i  $100 \text{ cm}^3$  vatten. Man tog ut tre prov av lösningen på vardera  $10,00 \text{ cm}^3$  med pipett.

Till det första provet tillsattes ett överskott av bariumpkloridlösning. Den bildade fällningen torkades och dess massa bestämdes till  $0,5833 \text{ g}$ .

a) Skriv en reaktionsformel för den reaktion som skedde.

Till det andra provet satte man ett överskott av natriumhydroxidlösning och blandningen värmdes. Den bildade ammoniaken leddes kvantitativt ned i  $100,0 \text{ cm}^3$   $0,2000 \text{ mol/dm}^3$  saltsyra.

Överskottet av saltsyra bestämdes därefter genom titrering med  $0,0987 \text{ mol/dm}^3$  natriumhydroxidlösning. Det åtgick  $58,75 \text{ cm}^3$  natriumhydroxidlösning.

b) Skriv reaktionsformler för de reaktioner som skedde.

c) Beräkna substansmängden ammoniak som bildades.

Till det tredje provet satte man ett överskott av zinkpulver och natriumhydroxidlösning och blandningen värmdes. Nitratjonerna reducerades då till ammoniak och zinket oxiderades till  $\text{Zn}(\text{OH})_3^-$ . Den bildade ammoniaken leddes kvantitativt ned i  $100,0 \text{ cm}^3$   $0,2000 \text{ mol/dm}^3$  saltsyra. Överskottet av saltsyra bestämdes genom titrering med  $0,0987 \text{ mol/dm}^3$  natriumhydroxidlösning. Det gick åt  $48,65 \text{ cm}^3$  natriumhydroxidlösning.

d) Skriv en reaktionsformel för den reaktion som skedde då nitratjoner reducerades till ammoniak.

e) Beräkna substansmängden ammoniak som bildades.

f) Bestäm massan av de tre salterna i den ursprungliga blandningen.

## 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.

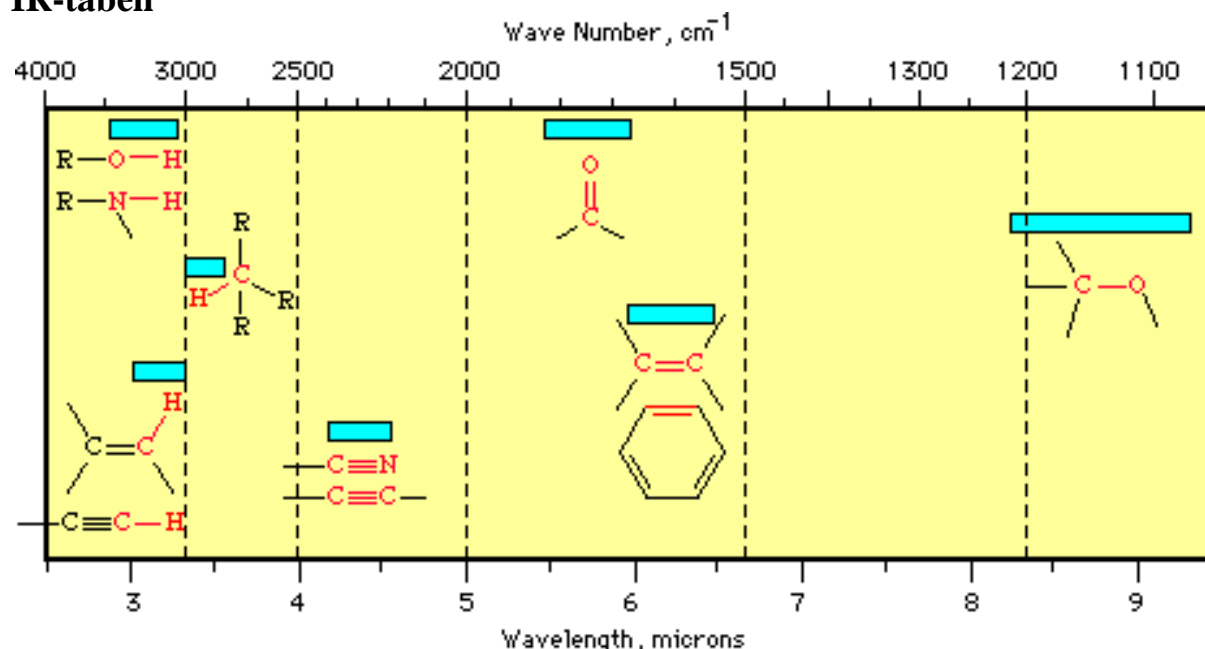
\*\* Aldehyder ger även en dubbeltopp vid runt  $2800 \text{ cm}^{-1}$

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

a Dubbeltopp för primär amin.

aa Enkeltopp för sekundär amin

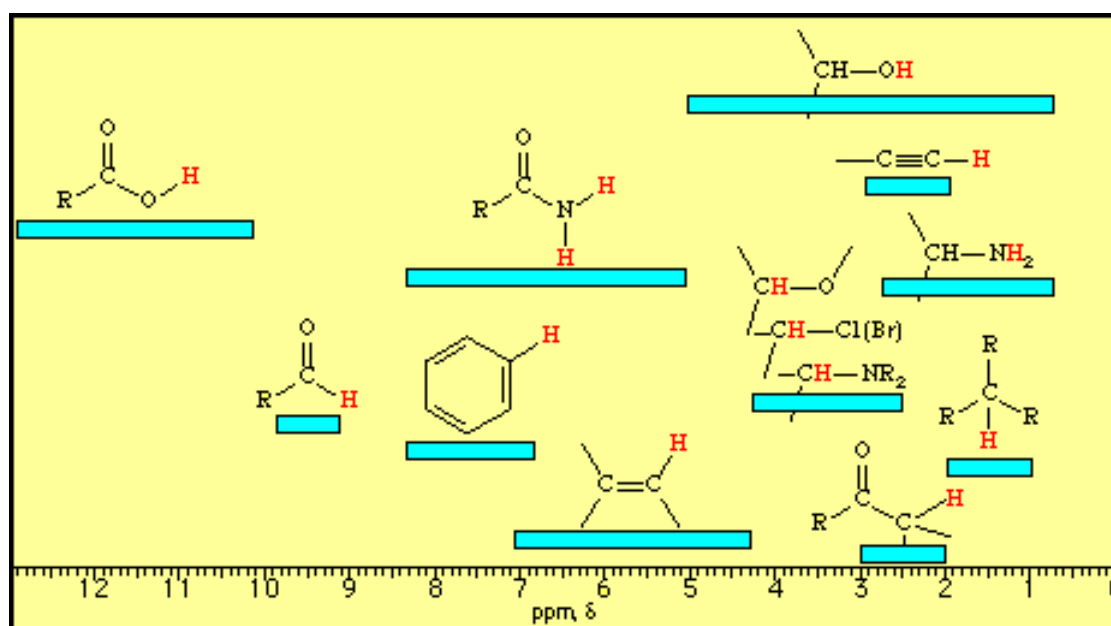
### IR-tabell





**NMR-spektrum: Karakteristiska kemiska skift**

Typ av proton.	Kemiskt skift (ppm)
Alkyl, $RCH_3$	0.8-1.0
Alkyl, $RCH_2CH_3$	1.2-1.4
Alkyl, $R_3CH$	1.4-1.7
Allyl, $R_2C=CRCH_3$	1.6-1.9
Bensyl, $ArCH_3$	2.2-2.5
Alkyl klorid, $RCH_2Cl$	3.6-3.8
Alkyl bromid, $RCH_2Br$	3.4-3.6
Alkyl jodid, $RCH_2I$	3.1-3.3
Eter, $ROCH_2R$	3.3-3.9
Alkohol, $HOCH_2R$	3.3-4.0
Keton, $RCOCH_3$	2.1-2.6
Aldehyd, $RCOH$	9.5-9.6
Aromat, $ArH$	6.0-9.5
Alkohol Hydroxi, $ROH$	0.5-6.0
Karboxyl, $RCOOH$	10-13
Fenol, $ArOH$	4.5-7.7
Amino, $R-NH_2$	1.0-5.0

**NMR Tabell**


**SVARSBLANKETT TILL KEMIOLYMPIADEN 2013**

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

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

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

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

Uppg.	Endast svar – inga uträkningar	Poäng	L	
1	<b>Järn:</b> _____ <b>Krom:</b> _____	2		
2	a      b      c      d      e	2		
3	a      b      c      d      e	2		
4	a      b      c      d      e	2		
5	a      b      c	2		
6	a      b      c      d      e	2		
7	timmar	2		
8	g/mol	2		
9a	Antal stereoisomerer:	2		
9b	A:                  B:                  C:	3		
10	kJ/mol	2		
11	a      b      c      d      e	2		
12	Empirisk formel:	2		
13	ton	2		
14	a      b      c      d      e	2		
15	mol/dm <sup>3</sup>	2		
16a	Molekylformel:	2		

16b	Topp	$\text{cm}^{-1}$ ,	grupp	3		
	Topp	$\text{cm}^{-1}$ ,	grupp			
	Topp	$\text{cm}^{-1}$ ,	grupp			
16c	Topp vid	Antal väte	Splittringsmönster	6		
	1,1 ppm					
	2,2 ppm					
	2,7 ppm					
	3,1 ppm					
	7,1 ppm					
	9,2 ppm					
16d				2		
17a	$\epsilon(\text{A}^-) =$	$\text{cm}^{-1} \cdot \text{dm}^3 / \text{mol}$		2		
17b	$\epsilon(\text{HA}^-) =$	$\text{cm}^{-1} \cdot \text{dm}^3 / \text{mol}$		2		
17c	$[\text{HA}] =$	$\text{mol}/\text{dm}^3$	$[\text{A}^-] =$	$\text{mol}/\text{dm}^3$	4	
17d	$K_a =$	$\text{mol}/\text{dm}^3$		2		
18a				1		
18b				3		
18c	$n(\text{NH}_3) =$			2		
18d				2		
18e	$n(\text{NH}_3) =$			2		

<p><b>18f</b></p>	<p><math>n(\text{NH}_4\text{NO}_3) =</math>  <math>n(\text{NH}_4\text{Cl}) =</math>  <math>n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) =</math></p>	<p><b>6</b></p>		
<p><b>TOTALPOÄNG</b></p>		<p><b>72</b></p>		