

UTTAGNING TILL KEMIOLYMPIADEN 2024

TEORETISKT PROV omgång 2



Provdatum: tisdag den 6 februari 2024

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

Provet omfattar 11 uppgifter. Max 61 poäng

LÄS IGENOM DETTA NOGA INNAN DU PÅBÖRJAR PROVET

Alla uppgifter redovisas på svarsblanketten som du hittar i slutet av provet.

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

Du skall dessutom lämna fullständiga lösningar till de deluppgifter som är markerade med ^{RE} på separata papper.

Skriv NAMN och SKOLA på alla papper med lösningar.

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

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

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

Uppgift 1 (2 poäng) *Endast ett alternativ ska väljas*

En förening består av 20,0 % kol, 6,7 % väte, 46,7 % kväve och 26,6 % syre.

Vilken empirisk formel har denna förening?

- (i) $\text{CH}_3\text{N}_2\text{O}$ (ii) $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_4$ (iii) CH_3NO (iv) CH_4NO (v) $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$

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

När reaktionen $\text{Mg}_3\text{N}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3$ balanseras med minsta möjliga heltalskoefficienter, blir summan av de fyra koefficienterna för reaktionen

- (i) 6 (ii) 9 (iii) 10 (iv) 11 (v) 12

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

I vilken förening är oxidationstalet för klor lägst?

- (i) Cl_2 (ii) KCl (iii) ClO_2 (iv) KClO (v) KClO_4

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

En $1,0 \text{ mol/dm}^3$ ättiksyralösning titreras med en natriumhydroxidlösning (NaOH). Vilket är pH-värdena vid halvtitrerpunkten och ekvivalenspunkten?

- (i) 9,4 och 11,6 (ii) 4,7 och 9,4 (iii) 2,3 och 9,4 (iv) 4,7 och 7,0 (v) 2,3 och 4,7

Uppgift 5 (11 poäng)

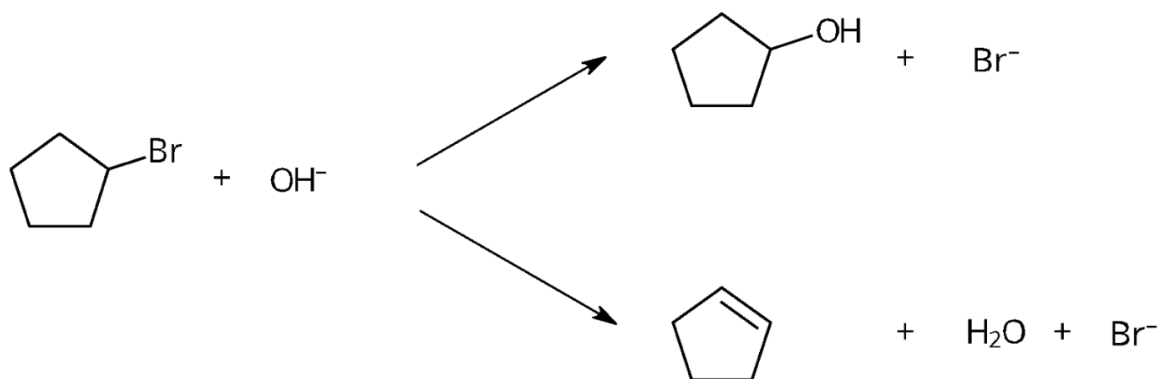
Man löser upp 1,00 g ammoniumklorid och 1,00 g bariumhydroxid i vatten och späder till en volym av 100,0 cm³. Då erhålls en buffertlösning.

- a)^{RE} Beräkna koncentrationen av kloridjoner och bariumjoner i lösningen.
- b) Skriv en reaktionsformel för den reaktion som sker då de båda ämnena löses upp i vatten.
- c)^{RE} Beräkna koncentrationen av ammoniak, NH₃, och ammoniumjoner, NH₄⁺, i lösningen.
- d)^{RE} Beräkna pH i lösningen.
- e)^{RE} Till lösningen tillsätts 10,0 cm³ 1,00 mol/dm³ saltsyra. Beräkna pH i den nya lösningen.

Ammoniumjonens pK_a-värde är 9,25.

Uppgift 6 (11 poäng)

Då man låter den sekundära alkylbromiden **A** få reagera med en stark bas får man en blandning av den sekundära alkoholen **B** och alkenen **C**.



- a) Vad kallas den reaktionstyp som ger förening **B**? Endast ett alternativ ska väljas
 - (i) Eliminationsreaktion (ii) Additionsreaktion
 - (iii) Substitutionsreaktion (iv) Kondensationsreaktion
- b) Vad kallas den reaktionstyp som ger förening **C**? Endast ett alternativ ska väljas
 - (i) Eliminationsreaktion (ii) Additionsreaktion
 - (iii) Substitutionsreaktion (iv) Kondensationsreaktion
- c) Är förening **B** och **C** isomerer till varandra? Endast ett alternativ ska väljas
 - (i) Ja (ii) Nej
- d) Finns det några spegelbildsisomerer av **B**? Endast ett alternativ ska väljas
 - (i) Ja (ii) Nej
- e) Vilket reagens kan tillsättas till förening **C** som ger en snabb avfärgning?
Endast ett alternativ ska väljas
 - (i) HCl (ii) BTB (iii) NH₃ (iv) Br₂
- f) Skriv reaktionsformel med strukturformler för den reaktion som sker då **C** reagerar med ditt valda reagens.

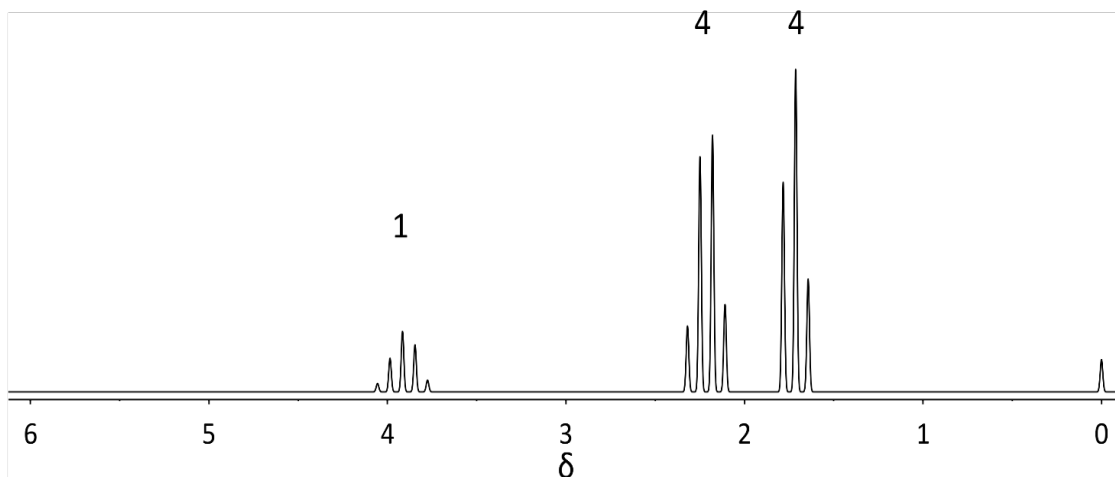
Man kan också använda NMR för att bestämma vilka ämnen som är **A**, **B** respektive **C**. Nedan ser du ^1H -NMR-spektra med integralvärden för alla ämnen **A**, **B** och **C**.

- g) Vilket ^1H -NMR spektrum hör till bromcyklopentan, cyklopentanol respektive cyklopenten? Se spektrumen nedan.

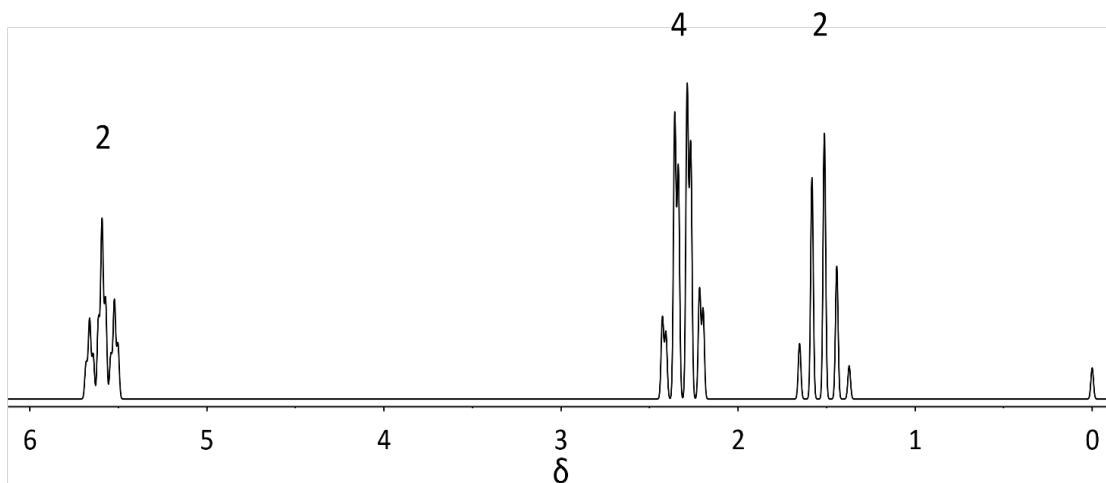
I närvaro av koncentrerad svavelsyra kan **B** bilda en ny förening **D** med butansyra.

- h) Rita strukturformeln för förening **D**, det vill säga då cyklopentanol reagerar med butansyra.

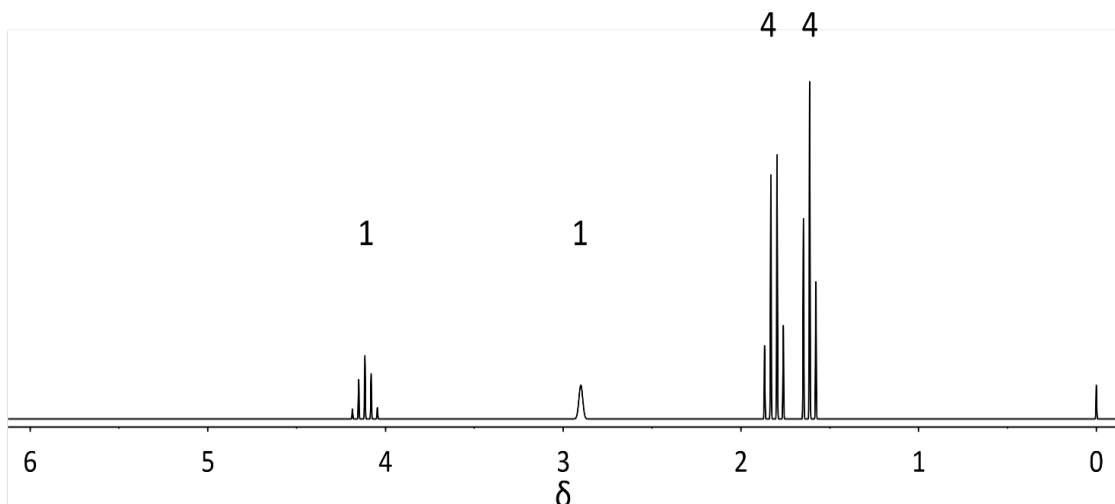
Spektrum 1



Spektrum 2



Spektrum 3



Uppgift 7 (4 poäng)

- a) Fehlings lösning består av natriumhydroxid, natriumkaliumtartrat och koppar(II)sulfat. Vilken ny funktionell grupp bildas när glukos reagerar med Fehlings lösning där koppar(II)joner agerar som oxidationsmedel?
Endast ett alternativ ska väljas
- (i) aminogrupp (ii) karbonylgrupp (iii) karboxylgrupp (iv) estergrupp
(v) sulfhydrylgrupp
- b) Vilken laddning har det linjära glukosderivatet som bildas?
Endast ett alternativ ska väljas
- (i) 2+ (ii) 1+ (iii) 0 (iv) 1- (v) 2-
- c) Skriv den balanserade reaktionsformeln för reaktionen mellan Fehlings lösning och glukos ($C_6H_{12}O_6$) då glukos och koppar(II)joner reagerar i basisk miljö. Koppar reduceras i reaktionen till koppar(I)oxid som är olösligt i vatten.

Tema Svante Arrhenius

1903 var han den förste svensk att tilldelas Nobelpriset i kemi för *elektrolytiska dissociationsteorin*. Med elektrolytisk dissociation menas att föreningar sönderfaller i elektriskt laddade joner, till exempel när vanligt koksalt löser upp sig i fria natrium- och kloridjoner vilket får lösningar att fungera som elektrolyter och leda elektrisk ström.



Bild1:Svante Arrhenius (Bild från [wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Svante_Arrhenius.jpg))

Uppgift 8 (6 poäng) — Elektrolyter

En lösning som innehåller joner har elektrisk ledningsförmåga eller konduktivitet. Den *molära konduktiviteten vid oändlig utspädning* Λ° är en storhet som brukar anges i enheten $\text{S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$, där $1\text{ S} = (1\ \Omega)^{-1}$, S = Siemens.

Lagen om joners oberoende förflyttning är ett empiriskt samband som relaterar den molära konduktiviteten vid oändlig utspädning hos en elektrolyt till ämnesspecifika konduktiviteter för jonerna som elektrolyten dissocieras till:

$$\Lambda_m^\circ = \sum_i v_i \lambda_i$$

v betecknar en jons stökiometrisk koefficient i en enhet av elektrolyten, exempelvis är $v = 3$ för K^+ och $v = 1$ för PO_4^{3-} i K_3PO_4 . λ är *den molära joniska konduktiviteten vid oändlig utspädning*, en ämnesspecifik koefficient för jonen. Lagen uttrycker den begränsande molära konduktiviteten som summan av bestående joners molära konduktiviteter vid oändlig utspädning multiplicerat med korresponderande stökiometrisk koefficienter.

- a)^{RE} Bestäm den molära konduktiviteten vid oändlig utspädning för K_2SO_4 i H_2O ?
 $\lambda(\text{K}^+) = 73,5 \cdot 10^{-4} \text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$ och $\lambda(\frac{1}{2}\text{SO}_4^{2-}) = 80,0 \cdot 10^{-4} \text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$.
- b)^{RE} Ange den molära konduktiviteten vid oändlig utspädning för BaI_2 utifrån följande data för Λ° (enhet $\text{S}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{mol}^{-1}$):

Ämne	$\Lambda^\circ (\text{S}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{mol}^{-1})$
NaI	126,9
NaCl	126,4
$\frac{1}{2}\text{BaCl}_2$	139,9

- c) Har en $0,01 \text{ mol/dm}^3$ lösning av NaCl högre konduktivitet än en $0,01 \text{ mol/dm}^3$ lösning av MgSO_4 ? Båda är vattenlösliga salter.
Endast ett alternativ ska väljas

Uppgift 9 (5 poäng)

Svante Arrhenius var en av de första vetenskapsmän som skrev om global uppvärmning. Redan 1896 publicerade Arrhenius en studie om koldioxidens påverkan på den globala uppvärmningen, som i nutid fått stor aktualitet. Han gjorde en kvantitativ uppskattning av hur mycket jordens medeltemperatur skulle öka om mängden koldioxid i atmosfären fördubblades - respektive minska om mängden halverades. Arrhenius insåg att denna kunskap också kunde användas till att beräkna konsekvenserna av förbränning av fossila bränslen.

- a) Skriv en balanserad reaktionsformel för fullständig förbränning av flygfotogen $C_{15}H_{32}$.
- b)^{RE} En flygresa mellan Stockholm/Arlanda och Oslo/Gardemoen tar en timme. Ett flygplan av typen Boeing 737 drar 1920 liter/timme. Hur stor blir massan av koldioxidutsläppet vid flygresan Arlanda–Gardemoen? Flygfotogen har en densitet på 769 g/liter.

Uppgift 10 (7 poäng) — Arrheniusekvationen

Anta att du undersöker reaktionshastigheten för en kemisk reaktion vid olika temperaturer. Reaktionshastigheten (k) vid varje temperatur (T) kan beskrivas med Arrhenius ekvation:

$$k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

Där:

- k är hastighetskonstanten,
- A är frekvensfaktorn (sannolikheten att det inträffar en lyckosam kollision mellan reaktanterna),
- E_a är aktiveringsenergin,
- R är den allmänna gaskonstanten ($8,314 \frac{J}{mol \cdot K}$), och
- T är den absoluta temperaturen.

Du har genomfört ett experiment vid två olika temperaturer (25 °C och 50 °C) och har fått följande data:

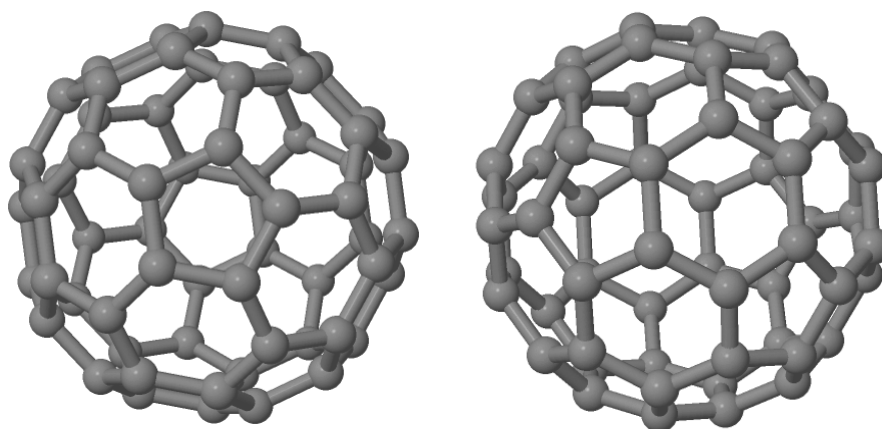
Temperatur (°C)	Hastighetskonstant (s^{-1})
$T_1 = 25$	$k_1 = 2,0 \cdot 10^{-4}$
$T_2 = 50$	$k_2 = 1,5 \cdot 10^{-3}$

- a)^{RE} Beräkna aktiveringsenergin (E_a) och frekvensfaktorn (A) för reaktionen.
- b)^{RE} I ett tredje försök mäter du reaktionshastigheten vid temperaturen $T_3 = 75$ °C. Använd Arrheniusekvationen för att beräkna den reaktionshastighet k_3 du kan förvänta dig att uppmäta då.
- c) Vilken enhet har frekvensfaktorn A ? Endast ett alternativ ska väljas
- (i) Hz (ii) kJ/mol (iii) J/(mol·K) (iv) M/s (v) 1 (enhetslös)

Uppgift 11 (9 poäng) — Fullerenen och symmetrier

Fullerenen är allotroper bestående av kolatomer som hålls samman av kovalenta bindningar, som bildar aromatiska ringar. Dessa föreningars unika egenskaper används i många tillämpningar, bland annat som skydd mot radikaler i medicinska sammanhang, halvledare i elektroniska apparater och ytskydd i avancerade material.

- a) Buckminsterfullerenen C_{60} visas från två synvinklar 90° från varandra i bilderna nedan. Hur många olika omgivningar för kolatomer (kolmiljöer) finns det i C_{60} ? C_{60} är en sfärisk förening som består av kolatomer sammansatta i liksidiga fem- och sex-ringar.



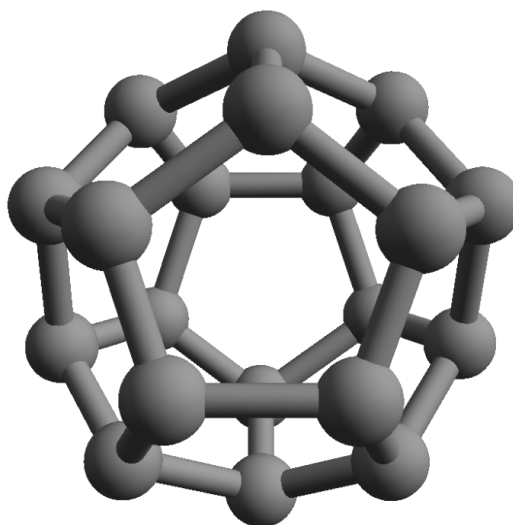
[5]-cirkulen är en platt och fullständigt aromatisk förening (alltså att dubbelbindningarna är helt jämnt fördelade över alla bensenliknande ringar). [5]-cirkulen anses ibland vara ett fragment av buckminsterfullerenen, se strukturen för föreningen till höger.



- b) Hur många symmetriplan har [5]-cirkulen? Ett symmetriplan är ett plan som delar en förening så att den ena delen är en spegelbild av den andra.
- c) Kemiskt ekvivalenta väteatomer orsakar inte en toppsplittring av varandra vid ^1H -NMR-spektroskopi. Vilken ^1H -NMR-signal eller vilka ^1H -NMR-signaler är sannolik/sannolika från [5]-cirkulen? Kryssa en ruta eller flera rutor i svarstabellen.

Den minsta fullerenen har summaformeln C_{20} med dodekaedrisk struktur, bestående av 12 sidor som är liksidiga pentagoner. Se tredimensionella strukturen till höger.

- d) Hur många symmetriplan finns det i C_{20} -fullerenen?



SVARSBLANKETT TILL KEMIOLYMPIADEN 2024, OMGÅNG 2

Namn: _____ Födelsedatum: _____

Skola: _____

Hemadress: _____

e-post: _____ Tel. nr _____

☐ Jag tillåter att mitt namn, min skola och mitt poängresultat inkluderas i resultatlistan som publiceras på kemisamfundets hemsida och skickas ut till deltagande skolor.

Uppg.	Endast svar på denna blankett. Inga uträkningar. Ringa in rätt svar på flervalsfrågorna. Deluppgifter med index ^{RE} ska <u>även</u> redovisas fullständigt på särskilt papper.	Poäng	L	
1	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
2	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
3	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
4	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
5a ^{RE}	$[\text{Cl}^-] =$ _____ mol/dm ³ ; $[\text{Ba}^{2+}] =$ _____ mol/dm ³	2		
5b	Reaktionsformel:	1		
5c ^{RE}	$[\text{NH}_3] =$ _____ mol/dm ³ ; $[\text{NH}_4^+] =$ _____ mol/dm ³	3		
5d ^{RE}	pH = _____	2		
5e ^{RE}	pH = _____	3		
6a	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv)	1		
6b	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv)	1		
6c	Ringa in rätt svar: (i) Ja (ii) Nej	1		
6d	Ringa in rätt svar: (i) Ja (ii) Nej	1		
6e	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv)	1		
6f		2		

6g	Ange rätt nummer: Bromcyklopentan = _____ Cyklopenten = _____ Cyklopentanol = _____	2		
6h		2		
7a	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	1		
7b	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	1		
7c	Reaktionsformel:	2		
8a ^{RE}	$\Delta^\circ =$	2		
8b ^{RE}	$\Delta^\circ =$	3		
8c	Ringa in rätt svar: ja nej	1		
9a		2		
9b ^{RE}		3		
10a ^{RE}	$E_a =$ $A =$	4		
10b ^{RE}	$k_3 =$	2		
10c	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	1		

11a	Ange ett heltal:	1																											
11b	Ange ett heltal:	2																											
11c	<table border="1"> <tr> <td></td><td>7,8 ppm</td><td>5,2 ppm</td><td>4,8 ppm</td><td>2,5 ppm</td></tr> <tr> <td>singlett</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>dubblett</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>triplett</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>kvartett</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		7,8 ppm	5,2 ppm	4,8 ppm	2,5 ppm	singlett					dubblett					triplett					kvartett					2		
	7,8 ppm	5,2 ppm	4,8 ppm	2,5 ppm																									
singlett																													
dubblett																													
triplett																													
kvartett																													
11d	Ange ett heltal:	4																											
TOTALPOÄNG		61																											