

KEMIOLYMPIADEN 2022, OMGÅNG 2, ANVISNINGAR TILL LÄRAREN

På grund av den pågående covid-19-pandemin kommer vi även i år vara tvungna att göra en del förändringar som rör inrapporteringen av resultaten. När det gäller provtillfället uppmanar vi er att följa regeringens och FHM:s rekommendationer och regler. Om det inte är möjligt att göra provet på skolan så tillåter vi att elever i undantagsfall skriver provet hemifrån på distans men då under uppsyn av ansvarig lärare enligt regelverk på skolan som rör säker examination i hemmet.

Denna fil innehåller rättningsmall och fullständiga lösningar till uppgifterna. Filen (och eventuell utskrift) ska förvaras under sekretess till dagen efter provets genomförande.

Filen "Prov med svarsblankett" innehåller provtext samt svarsblankett. Filen (och eventuell utskrift) ska förvaras under sekretess och skrivs ut i lämpligt antal exemplar omedelbart före provet.

Du ska endast poängsätta svaren på svarsblanketten. Använd den medföljande rättningsmallen för din bedömning. Du ska på varje deluppgift, eller del av deluppgift, antingen sätta full poäng eller sätta noll poäng. Sätt i tveksamma fall full poäng. Ange dina poäng i kolumnen "L". Ange totalsumman längst nere på sidan 2. Du ska inte skriva något i den skuggade kolumnen.

Observera att du vid rättningen av svarsblanketten inte ska beakta de fullständiga lösningarna. De lösningar som ges i "Fullständiga lösningar" är endast en service till lärare och elever.

Du ska rapportera in både digitalt och via ordinarie postgång. Ni ska skicka in en PDF för varje elevs resultat.

För att kunna skicka resultaten behöver du som lärare ha ett Google-konto. Har du inget sen tidigare så kan du gratis skaffa ett Google-konto via den här länken:

<https://accounts.google.com/signup/v2/webcreateaccount?hl=en&flowName=GlifWebSignIn&flowEntry=SignUp>

Om du har problem eller frågor rörande inrapporteringen så kan du maila till kemiolympiaden2021@gmail.com

Gör så här:

1. Skanna för varje student in den **rättade svarsblanketten** och **elevens fullständiga lösningar som en enda PDF-fil**. Namnge filen med *elevens namn - skolans namn*. Du ska alltså skapa en PDF-fil för varje elev. Notera att du endast behöver skapa en PDF-fil för elever som har 20 p eller mer (samt för de fyra bästa eleverna på skolan, oavsett deras poäng.)
2. PDF-filerna ska sen skickas in via följande Google-formulär (vilket du behöver ett Google-konto för att kunna fylla i): <https://forms.gle/DioBAaxGMuWY6Dmd9>

I formuläret kommer du även fylla i skolans uppgifter samt namn och poäng på alla elever som har 20 p eller mer. Ta dock med tanke på lagtävlingen alltid med de fyra bästa, även om de har mindre än 20 p. Gör detta **senast fredag 18 februari**. Notera att du inte behöver skriva in eleverna i en viss ordning i formuläret. Om du har fler än 30 stycken elever att rapportera in så går det bra att fylla i formuläret en gång till.

3. **Observera:** Elevernas **rättade svarsblanketter** och **lösningar ska också** skickas till: Tobias Sparrman, Kemigränd 16, 907 31 Umeå. Brevet måste skickas **senast 18 februari**.

* Om eleven har skrivit provet hemifrån så måste svarsblanketten skrivas ut, rättas, och sen skannas in på nytt.

Kemiolympiadnämnden kommer att göra en rangordning baserad på lärarens rättning. Alla prov med en totalsumma över ett visst poängantal kommer sedan att omrättas och poängsättas utifrån de fullständiga lösningarna och ca 10 av de elever som då erhåller högst poäng går vidare till finalomgången. Antal prov som rättas centralt beror på hur poängbilden ser ut. Vi arbetar ideellt och har ingen möjlighet att utföra fullständig rättning av samtliga prov.

Det är viktigt att du gör en korrekt rättning av svarsblanketten. Vi gör urvalet för den fullständiga rättningen enbart på den av dig rapporterade poängsumman. Det är därför viktigt att klargöra betydelsen för eleverna att de anger samtliga svar på svarsblanketten.

När det gäller lagtävlingen kommer vi endast i mån av tid att utföra en bedömning av de fullständiga lösningarna.

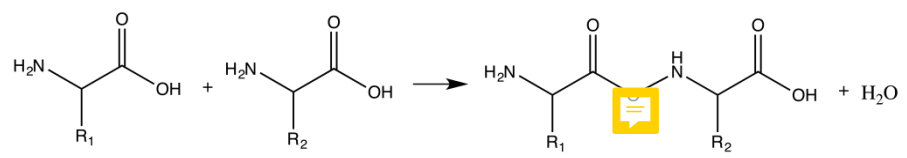
SVARSBLANKETT TILL KEMIOLYMPIADEN 2022, OMGÅNG 2

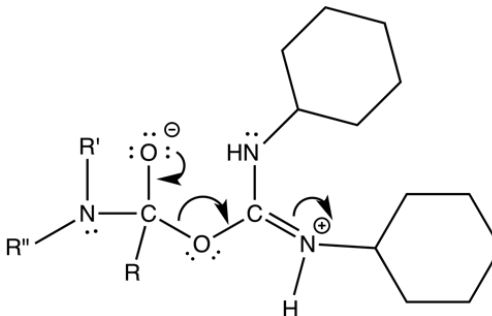
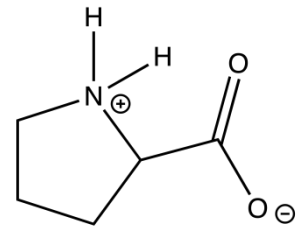
Namn: _____ Födelsedatum: _____

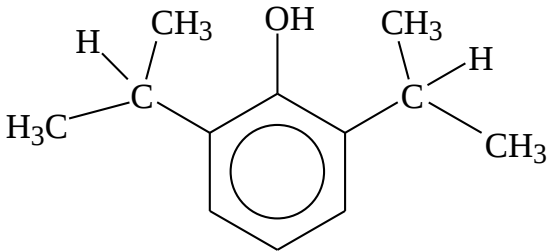
Skola: _____

Hemadress: _____

e-post: _____ Mobil. nr _____

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)	2		
2	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
3a	$\text{La}_2(\text{CO}_3)_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{LaCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2$	2		
3b	$\text{La}^{3+} + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{LaPO}_4$	1		
3c	$\underline{\hspace{1cm}} \text{LaCl}_3 + \underline{\hspace{1cm}} \text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow \underline{\hspace{1cm}} \text{La}_2(\text{CO}_3)_3 + \underline{\hspace{1cm}} \text{NH}_4\text{Cl} + \underline{\hspace{1cm}} \text{CO}_2 + \underline{\hspace{1cm}} \text{H}_2\text{O}$	2		
3d ^{RE}	$m(\text{La}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \text{1780} \text{ mg}$	3		
3e ^{RE}	$m(\text{PO}_4^{3-}) = \text{684} \text{ mg}$	3		
4a	$V(\text{HNO}_3) = \text{0,633} \text{ cm}^3$	2		
4b	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii)	1		
4c	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii)	1		
4d ^{RE}	Blykoncentration i provet: 1,50 ng/cm ³	4		
4e	Massa musslor: 3 g/cm ³	1		
4f	Blykoncentration i musselköttet: 0,50 µg/kg	2		
4g	Längd: 76 mm	2		
5a	Ringa in rätt svar: A B C D E	2		
5b	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	1		
5c		2		

5d	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii)	1		
5e	Ringa in rätt svar: (i) (ii)	1		
5f	Ringa in rätt svar: (i) (ii)	1		
5g		3		
6a	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv)	2		
6b	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii)	2		
6c	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii)	2		
6d		2		
6e	pH = 6,30	3		
6f	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii)	1		
6g	Antal kirala kol: 1	2		
6h	Molekylformel: C ₁₃ H ₁₈ N ₂ O	2		
7a	CO ₂ + H ₂ O → CO + H ₂ + O ₂	1		
7b	n CO + (2n+1) H ₂ → C _n H _{2n+2} + n H ₂ O	1		
7c	n(CO) : n(H ₂) = 12 : 25	1		
7d	CeO _{2-α} + α CO ₂ → CeO ₂ + α CO	1		
7e	CeO _{2-α} + α H ₂ O → CeO ₂ + α H ₂	1		
7f ^{RE}	α = 0,0401	2		

7g	V(syntesgas) = 734 cm ³	1		
7h	n(H ₂) = 0,0190 mol	1		
7i	n(CO) = 0,0112 mol	1		
7j	7248 kJ	1		
7k ^{RE}	8,60 kJ	2		
7l	0,12 %	1		
7m	- 8086 kJ/mol	1		
7n ^{RE}	- 2460 kJ/mol	3		
8a	Molekylformel: C ₁₂ H ₁₈ O	2		
8b	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv)	2		
8c	Toppar vid 6,7-7,0 ppm <u>3</u> st. H i <u>aromatisk</u> grupp Topp vid 4,7 ppm, <u>1</u> st. H i <u>OH</u> grupp Topp vid 3,2 ppm, <u>2</u> st. H i <u>CH</u> grupp Topp vid 1,2 ppm, <u>12</u> st. H i <u>CH₃</u> grupp 1p per korrekt identifierad topp	4		
8d		2		
8e	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii)	1		
8f	När propofol protolyseras delokaliseras den bildade negativa laddningen i den aromatiska ringen, vilket stabiliserar den negativa jonen. Någon sådan stabilisering kan inte ske vid protolys av etanol.	2		
TOTALPOÄNG		86		

KEMIOLYMPIADEN 2022, OMGÅNG 2, FULLSTÄNDIGA LÖSNINGAR TILL VISSA UPPGIFTER.

Uppgift 1 (2 poäng)

(iii)

2p

Uppgift 2 (2 poäng)

(v)

2p

Uppgift 3 (11 poäng)

- a) $\text{La}_2(\text{CO}_3)_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{LaCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2$ 2p
- b) $\text{La}^{3+} + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{LaPO}_4$ 1p
- c) $2\text{LaCl}_3 + 6\text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightarrow \text{La}_2(\text{CO}_3)_3 + 6\text{NH}_4\text{Cl} + 3\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 2p
- d) Massan $m(\text{La}^{3+})$ i tabletten är 1000 mg = 1g.
Molmassan, $M(\text{La}) = 138,905 \text{ g/mol}$.
Substansmängden $n(\text{La}^{3+})$ i en tablett = $m/M = 1/138,905 = 7,20 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.
Mängdförhållandet $n(\text{La}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) \leftrightarrow n(\text{La}^{3+})$ är $1 \leftrightarrow 2$.
 $n(\text{La}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{7,20}{2} \cdot 10^{-3} \text{ mol}$. $M(\text{La}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 493,8 \text{ g/mol}$.
Massan $m(\text{La}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = n \cdot M = 3,60 \cdot 10^{-3} \cdot 493,8 = 1,777 \text{ g} \approx 1780 \text{ mg}$ 3p
- e) Mängdförhållandet $n(\text{La}^{3+}) \leftrightarrow n(\text{PO}_4^{3-})$ är $1 \leftrightarrow 1$. Det kommer avlägsnas lika stor substansmängd fosfatjoner som substansmängden lantanjoner i en tablett,
 $n(\text{PO}_4^{3-}) = n(\text{La}^{3+}) = 7,20 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.
Molmassan $M(\text{PO}_4^{3-}) = 30,97 + 4 \cdot 16,00 = 95,0 \text{ g/mol}$.
Massan fosfatjoner som avlägsnas från kroppen är $m(\text{PO}_4^{3-}) = 0,6838 \text{ g} \approx 684 \text{ mg}$ 3p

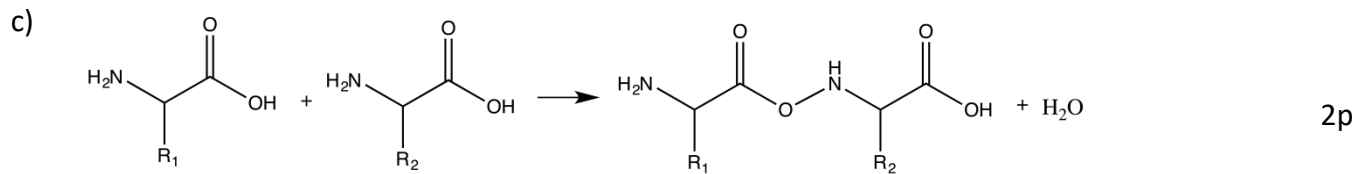
Uppgift 4 (13 poäng)

- a) $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2 \rightarrow 15,8 \cdot V_1 = 0,100 \cdot 100 \rightarrow V_1 = 0,633 \text{ cm}^3$ 2p
- b) (ii) 1p
- c) (ii) 1p
- d) Plotta Absorbansen mot koncentrationen (i ng/cm^3) för standardlösningarna
Linjär regression ger $[\text{Pb}] = A \cdot 65,66 + 0,01589$
Absorbanserna för provlösningarna sätts in i sambandet. Då erhålls:
Prov 1: 1,46 ng/ml , Prov 2: 1,53 ng/cm³ , Medelvärde: 1,50 ng/cm³ 4p
- e) $(30,00/10,00) \text{ g/cm}^3 = 3,00 \text{ g/cm}^3$ 1p
- f) 1 cm³ av provlösningen innehåller 3,00 g musselkött (från e) och 1,50 ng bly (från d)
Blyconcentration i musselköttet blir $1,50 \text{ ng} / 3,00 \text{ g} = 0,50 \text{ ng/g} = 0,50 \text{ } \mu\text{g/kg}$ 2p
- g) Lambert Beers lag: $A = \varepsilon \cdot l \cdot c$; $A = 0,002$, $c = 1 \text{ ng/dm}^3$, $\varepsilon = 2,63 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^3 \cdot \text{ng}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$
Enhetsanalys av ε ger att c ska anges i ng/dm^3 och l i cm.
Strålgången $l = 7,6 \text{ cm} = 76 \text{ mm}$ 2p

Uppgift 5 (11 poäng)

a) B och E 2p

b) (iii) 9 1p

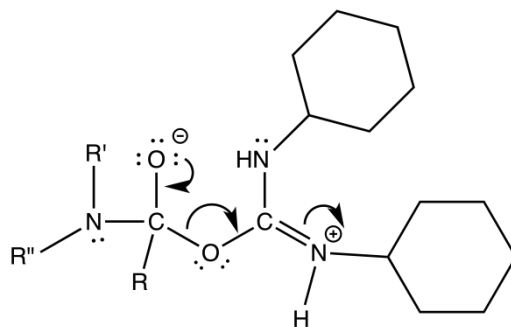


d) (ii) Deprotonering 1p

e) (ii) Nukleofil 1p

f) (i) Elektrofil 1p

g) 3p



Uppgift 6 (16 poäng)

a) I 2p

b) iii 2p

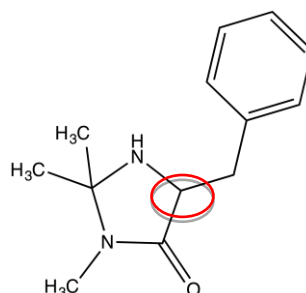
c) iii 2p



e) Lösning: (1,95+10,64)/2
Godkänn: 6,295 6,30 eller 6,3 3p

f) ii 1p

g) 1 2p



h) C₁₃H₁₈N₂O 2p

Uppgift 7 (18 poäng)

- a) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2 + \text{O}_2$ 1p
- b) Alkan: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2} \quad n \text{ CO} + (2n+1) \text{ H}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2n+2} + n \text{ H}_2\text{O}$ 1p
- c) $n = 12$ (12 CO), $2n+1 = 2 \cdot 12 + 1 = 25$ (25 H_2), $\text{CO}:\text{H}_2 = 12:25$ 1p
- d) $\text{CeO}_{2-\alpha} + \alpha \text{ CO}_2 \rightarrow \text{CeO}_2 + \alpha \text{ CO}$ 1p
- e) $\text{CeO}_{2-\alpha} + \alpha \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{CeO}_2 + \alpha \text{ H}_2$ 1p
- f) $n(\text{O}) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 2 \cdot (0,367/24,8) \text{ mol} = 0,0296 \text{ mol}$
 $n(\text{CeO}_2) = (127 / 172,12) \text{ mol} = 0,738 \text{ mol}$
 $\alpha = n(\text{O}) / n(\text{CeO}_2) = 0,0296 \text{ mol} / 0,738 \text{ mol} = 0,0401$ 2p
- g) 1 mol O_2 motsvarar 2 mol syntesgas ($\text{H}_2 + \text{CO}$) $V(\text{syntesgas}) = 2 \cdot 367 \text{ cm}^3 = 734 \text{ cm}^3$ 1p
- h) $(1,7/2,7) \cdot (0,747 / 24,8) \text{ mol} = 0,0190 \text{ mol H}_2$ 1p
- i) $(1/2,7) \cdot (0,747 / 24,8) \text{ mol} = 0,0112 \text{ mol CO}$ 1p
- j) $(26 \cdot 60 \cdot 3,6 \cdot 10^3) \text{ J} + (34 \cdot 60 \cdot 0,80 \cdot 10^3) \text{ J} = 7248 \cdot 10^3 \text{ J} = 7248 \text{ kJ}$ 1p
- k) $\Delta H^\circ = 0,0190 \text{ mol} \cdot (-286 \text{ kJ mol}^{-1}) + (0,0112 \text{ mol} \cdot (-283 \text{ kJ mol}^{-1})) = -8,60 \text{ kJ}$
 Det frigörs 8,60 kJ. 2p
- l) $8,60 \text{ kJ} / 7248 \text{ kJ} = 0,0012 = 0,12\%$ 1p
- m) Från $n = 7$ till $n = 8$, ($\Delta n = 1$) tillkommer 654 kJ mol^{-1} .
 För $n = 12$ ($\Delta n = 4$, från $n = 8$) $\Rightarrow \Delta_c H^\circ = -5470 - (4 \cdot 654 \text{ kJ mol}^{-1}) = -8086 \text{ kJ/mol}$ 1p
- n) (1) $\text{C}_{12}\text{H}_{26} + 18,5 \text{ O}_2 \rightarrow 12 \text{ CO}_2 + 13 \text{ H}_2\text{O} \quad \Delta_c H^\circ = -8086 \text{ kJ/mol}$
 (2) $\text{CO} + 0,5 \text{ O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 \quad \Delta_c H^\circ = -283 \text{ kJ/mol}$
 (3) $\text{H}_2 + 0,5 \text{ O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \quad \Delta_c H^\circ = -286 \text{ kJ/mol}$
 (4) $12 \text{ CO} + 25 \text{ H}_2 \rightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{26} + 12 \text{ H}_2\text{O} \quad \Delta H^\circ$ Sökt entalpi
- (4) = $12 \cdot (2) + 25 \cdot (3) - 1 \cdot (1)$
 $\Delta H^\circ = (12 \cdot (-283) + 25 \cdot (-286) - 1 \cdot (-8086)) \text{ kJ/mol} = -2460 \text{ kJ/mol}$ 3p

Uppgift 8 (13 poäng)

- a) Räkna på 1 mol (178,3 g) propofol
 $n(\text{C}) = (178,3 \cdot 0,8085/12,01) \text{ mol} = 12,00 \text{ mol}$
 $n(\text{H}) = (178,3 \cdot 0,1018/1,008) \text{ mol} = 18,01 \text{ mol}$
 $n(\text{O}) = (178,3 \cdot 0,0897/16,00) \text{ mol} = 1,00 \text{ mol}$
 Molekylformel: $\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{O}$

2p

- b) (ii) och (iii)

2p

c)

Skift	6,7-7,0 ppm	4,7 ppm	3,2 ppm	1,2 ppm
Typ	multiplätt	singlett	heptett	dublett
Integral	3	1	2	12
Tolkning	En bensenring med 3 väten	En OH grupp	En CH grupp med 6 grannväten	Fyra CH₃ grupper med 1 grannväte

I aromatområdet syns främst en dublett (2st H) starkt kopplad till en triplätt (1st H) med tydlig så kallad "roofing effect" pga stark koppling, dvs J-kopplingen är av samma storleksordning som frekvenskillanden i kemiskt skift. Även ytterligare finstruktur pga "long range coupling" kan anas i multipletterna.

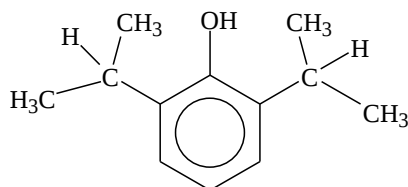
OH toppen är något breddad pga kemiskt utbyte.

CH toppen är splittrad till en heptett pga koppling till två CH_3 grupper, $(2n+1)$ multiplätt med $n=6$. Totalt 2 st ekvivalenta CH ger integral 2

CH_3 toppen är en dublett pga av koppling till CH. Totalt 4 st ekvivalenta CH_3 ger integral 12.

4p

- d)



2p

- e) (ii)

pK_a för propofol är 11. Vid $\text{pH} = 8$ är propofol oladdad. Föreningen blir då relativt opolär även om en OH grupp finns närvarande, dvs. den bör då vara i oljefasen huvudsakligen.

1p

- f) När propofol protolyseras delokaliseras den bildade negativa laddningen i den aromatiska ringen, vilket stabiliserar den negativa jonen. Någon sådan stabilisering kan inte ske vid protolys av etanol.

2p