

KEMIOLYMPIADEN 2023, OMGÅNG 2, Facit

SVARSBLANKETT TILL KEMIOLYMPIADEN 2023, OMGÅNG 2

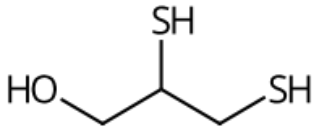
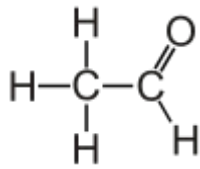
Namn: _____ Födelsedatum: _____

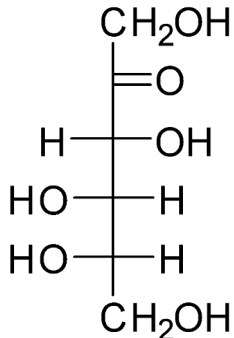
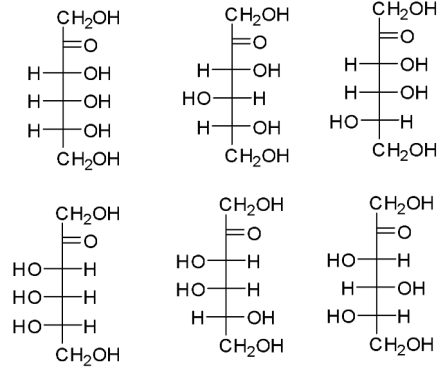
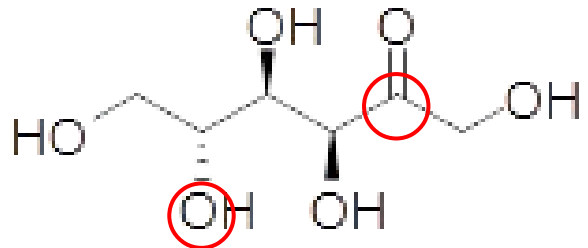
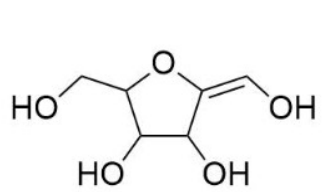
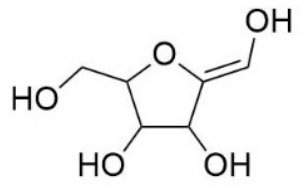
Skola: _____

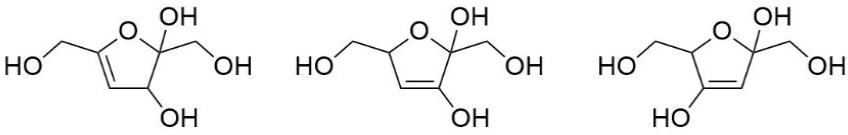
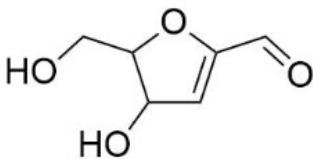
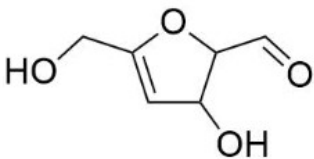
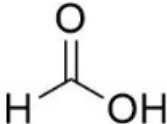
Hemadress: _____

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 flervalfrågorna. Deluppgifter med index ^{RE} ska <u>även</u> redovisas fullständigt på särskilt papper.	Poäng	L
1a	²⁰⁶ Pb, Pb-206 eller motsvarande. " ²⁰⁶ Pb" eller "bly-206" godtas ej.	2	
1b	m(Polonium-210): 9,0 µg	2	
1c	 eller motsvarande.	2	
1d	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv)	2	
2a	Summaformel: C ₅ H ₅ N ₅	2	
2b	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v) (vi)	2	
3a	3C ₂ H ₆ O + 1Cr ₂ O ₇ ²⁻ + 8H ⁺ → 3C ₂ H ₄ O + 2Cr ³⁺ + 7H ₂ O	2	
3b	Struktur: Systematiskt namn:  Etanal	1 + 1	
3c	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv)	2	
3d	<u>2</u> alkohol (C ₂ H ₆ O) mellanprodukt (C ₂ H ₄ O) <u>1</u> <u>3</u> syra (C ₂ H ₄ O ₂)	2	
4a ^{RE}	Masshalten ättika: 60,8 %	3	
4b ^{RE}	pH = 1,94	4	
4c	HAc + NaHCO ₃ → NaAc + CO ₂ + H ₂ O	2	
4d	Ringa in rätt svar: (i) (ii)	1	

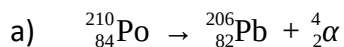
4e ^{RE}	$m(\text{NaAc}) = 6,8 \text{ g}$	2		
5a	$V = 6,0 \text{ cm}^3$	1		
5b ^{RE}	$m(\text{ej lösligt}) = 4,2 \text{ g}$	2		
5c	$\Delta H_{\text{sol}} = 19,7 \text{ kJ/mol}$	2		
5d	Ringa in rätt svar: (i) (ii)	1		
5e ^{RE}	$T(\text{slut}) = 55 \text{ }^\circ\text{C}$	3		
6a	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v) (vi)	2		
6b ^{RE}	Antal formelenheter per enhetscell: 8 st	4		
7a	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v) (vi) (vii) (viii)	2		
7b	Summaformel $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_3$	1		
7c, d	<p>c) Enantiomer</p>  <p>d) Diastereoisomer</p>  <p>En av dessa ritade.</p>	1 + 1		
7e	Antal: 8 st	2		
7f		2		
7g	 <p>eller</p> 	2		

7h		3		
7i	<p style="text-align: center;">c</p>  <p style="text-align: center;">D</p> 	2		
7j		2		
8a	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv)	2		
8b	$KThF_5(s) + 4K(s) \rightarrow 5KF(s) + Th(s)$	2		
8c	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v) (vi)	2		
8d	$8Al(s) + 3NO_3^- + 5OH^- + 18H_2O \rightarrow 8Al(OH)_4^- + 3NH_3(g)$	2		
8e	Fällning: $BiPO_4$	1		
8f	$Bi^{3+} + H_3PO_4 \rightarrow BiPO_4(s) + 3H^+$	1		
8g	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
8h	$BiO_4^{3-} + Pu^{4+} + 4H^+ \rightarrow Bi^{3+} + PuO_2^{2+} + 2H_2O$	2		
8i	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
TOTALPOÄNG		81		

KEMIOLYMPIADEN 2023, OMGÅNG 2,

Fullständiga lösningar och kommentarer till vissa uppgifter.

Uppgift 1



b) $m(t) = m(0) \cdot e^{-\frac{t \cdot \ln(2)}{t_{1/2}}}$; $m(22) = 10 \text{ mg} \cdot e^{-\frac{22 \cdot \ln 2}{138}} = 9,0 \text{ mg}$

Uppgift 3

d) Högst kokpunkt:	Etansyra (Ättiksyra)	118,5 °C
Näst högst kokpunkt:	Etanol	78,2 °C
Lägst kokpunkt:	Etanal (formaldehyd)	20,2 °C

Det ämne med starkast intermolekylära bindningar, i detta fall störst andel vätebindningar mellan molekylerna, har högst kokpunkt. För att kunna bilda vätebindningar behövs en OH-grupp. Aldehyden har ingen OH-grupp och kan inte bilda vätebindningar. Den har därför lägst kokpunkt. Både alkoholen och karboxylsyran har 1 OH-grupp. Alkoholen har dock mer steriska hinder (väteatomer som inte är bundna till O) än karboxylsyran runt sitt enda syre. Syran innehåller dessutom ytterligare en syreatom, det dubbelbundna syret, som kan delta i en vätebindning. Karboxylsyran kan därför skapa flest vätebindningar och har den högsta kokpunkten.

Uppgift 4

- a) Spädningen: $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2 \rightarrow c_1 \cdot 18,0 = 7,50 \cdot 25,0 \rightarrow c_1 = 10,417 \text{ mol/dm}^3$
Stamlösningen: $c = 10,417 \text{ mol/dm}^3$, $\rho = 1,029 \text{ g/cm}^3 = 1029 \text{ g/dm}^3$
1 dm³ av stamlösningen: $m(\text{totalt}) = \rho \cdot V = (1029 \cdot 1) \text{ g} = 1029 \text{ g}$
 $m(\text{ättiksyra}) = c \cdot V \cdot M = (10,417 \cdot 1 \cdot 60,05) \text{ g} = 625,5 \text{ g}$
Masshalten av ättiksyra i procent: $(625,5/1029) \cdot 100\% = 60,8\%$

b) $K_a = 10^{-\text{p}K_a} = 10^{-4,76} = 1,738 \cdot 10^{-5}$

	HAc	+	H ₂ O	\rightleftharpoons	Ac ⁻	+	H ₃ O ⁺
Konc. vid start / (mol/dm ³)	7,50				—		—
Konc vid jämvikt / (mol/dm ³)	7,50-x				x		x

Jämviktsekvationen: $K_a = \frac{[H^+][Ac^-]}{[HAc]}$, $1,738 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{7,50-x} \Rightarrow x = 0,01141$

$[H^+] = 0,01141 \text{ mol/dm}^3$, $\text{pH} = 1,94$



e) $n(\text{HAc}) = c \cdot V = (7,5 \cdot 11 \cdot 10^{-3}) \text{ mol} = 0,0825 \text{ mol}$

$n(\text{NaHCO}_3) = m/M = (7,2/84,01) \text{ mol} = 0,0857 \text{ mol}$

1 mol HAc motsvarar 1 mol NaHCO₃. Ättiksyran är i underskott och utbytesbestämmande.

$n(\text{NaAc}) = n(\text{HAc}) = 0,0825 \text{ mol}$

$m(\text{NaAc}) = n(\text{NaAc}) \cdot M(\text{NaAc}) = (0,0825 \cdot 82,03) \text{ g} \approx 6,8 \text{ g}$

Uppgift 5

- a) $s_m = m/V \rightarrow V = m/s_{m,70} = (7,0 / 1,173) \text{ cm}^3 = 5,968 \text{ cm}^3 \approx 6,0 \text{ cm}^3$
- b) $m_{70} = 7,0 \text{ g}$
 $m_{20} = s_{m,20} \cdot V = (0,464 \cdot 5,968) \text{ g} \approx 2,77 \text{ g}$
 $m_{70} - m_{20} = (7,0 - 2,77) \text{ g} \approx 4,2 \text{ g}$
- c) $\Delta H_{\text{sol}} = \Delta H_{f,\text{NaAc(aq)}} - \Delta H_{f,\text{NaAc(s)}} = (-1\,583,3 - (-1\,603)) \text{ kJ/mol} = 19,7 \text{ kJ/mol}$
Egentligen utgörs den fasta fasen som faller ut av $\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, vilket även förklarar varför den har så hög värmekapacitet, C_p . Värmekapaciteten och bildningsentalpin som anges i uppgiften avser $\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ men vi har valt att benämna den fasta fasen NaAc för att förenkla uppgiften. Vattenfri natriumacetat har i själva verket $\Delta H_{f,\text{NaAc(s)}} = -709,3 \text{ kJ/mol}$, men det är inte denna som fälls ut i värmepåsen.
- d) (ii) – Endotern, eftersom $\Delta H_{\text{sol}} > 0$
- e) $n = m/M = (4,5/82,03) \text{ mol} = 0,05486 \text{ mol}$
 $\Delta H = n \cdot \Delta H = n \cdot (-\Delta H_{\text{sol}}) = (0,05486 \cdot (-19,7)) \text{ kJ} = -1,081 \text{ kJ} = -1081 \text{ J}$
Genom att göra en enhetsanalys eller tolka texten inses att $\Delta H = -C_p \cdot \Delta T$
 $\Delta H = -C_p \cdot \Delta T \rightarrow -1081 = -31 \cdot \Delta T \rightarrow \Delta T = 34,9 \text{ K} = 34,9 \text{ }^\circ\text{C}$
 $T_2 = T_1 + \Delta T = 20 \text{ }^\circ\text{C} + 34,9 \text{ }^\circ\text{C} \approx 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Uppgift 6

- a) (ii)
- Endast ii) är korrekt. Ett kristallint material kan bestå av en eller flera kristaller men hur många kristaller ett material består av ingår inte i begreppet "kristallint". Fasta material delas ofta in i 2 klasser, amorfa och kristallina material. Material som har lokal ordning men inte ordning/symmetri på långa avstånd kallas amorfa. Om kristaller är genomskinliga (för synligt ljus) eller inte, beror på deras elektronstruktur. Järn, koppar och grafit är kristallina (i alla fall i den formen som vi ser dem i till vardags) och de är inte genomskinliga. Diamant, grafit och koppar är exempel på kristallina material som inte består av anjoner och katjoner.
- b) $V_{\text{enhetscell}} = a \cdot b \cdot c \cdot \sin\beta = 1,2519 \cdot 10^{-27} \text{ m}^3$
- N_A är Avogadros tal, M är molmassan för $\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ och V_{form} är volymen för en 1 formelenhet $\text{NaAc} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.
- $\rho = m/V = M/(V_{\text{form}} \cdot N_A) \rightarrow$
 $V_{\text{form}} = M/(N_A \cdot \rho) = 136,08 / (6,022 \cdot 10^{23} \cdot 1449 \cdot 10^3 \text{ g/m}^3) = 1,5595 \cdot 10^{-28}$
- Antal formelenheter i enhetscellen = $V_{\text{enhetscell}} / V_{\text{form}} = 1,2519 \cdot 10^{-27} / 1,5595 \cdot 10^{-28} \approx 8,03$
 $\rightarrow 8$ stycken

Uppgift 7

c-e) I två stereoisomerer är bindningarna mellan atomerna detsamma i båda isomererna men rymdanordningen av atomer och grupper i var och en av dem är olika. Totalt antal isomerer som är möjliga för en molekyl som innehåller n asymmetriska centra är 2^n under förutsättning att kolatomerna i de asymmetriska centra inte har samma uppsättning substituenten. D-fruktos har 3 asymmetriska centra (kolatom 3, 4 och 5 numrerat uppifrån i figuren) och det finns därför totalt $2^3 = 8$ stereoisomerer.

Två stereoisomerer som är varandras spegelbilder är inbördes *enantiomerer*. De 8 isomererna bildar 4 par av enantiomerer. Spegelbilden till D-Fruktos namnges R-Fruktos.

Två stereoisomerer som *inte* är varandras spegelbilder är inbördes *diastereoisomerer*. D-Fruktos bildas tillsammans med var och en av de 6 övriga isomererna ett par av diastereoisomerer

Uppgift 8

- a) (ii) – K I reaktionen oxideras K till K^+ och K är därför reduktionsmedel.
- c) (ii) – $H_2(g)$ och $Al(OH)_4^-(aq)$. Al löser sig i basiska lösningar under bildande av H_2 och Al^{3+} . Al^{3+} bildar sedan komplex med OH^- .
- i) (i) – Fe^{2+} Reduktionsmedlet oxideras i processen. MnO_4^- , Cu^{2+} och Al^{3+} befinner sig redan i sina högsta oxidationsstadier och kan därför uteslutas. Eftersom BiO_4^- oxiderar Pu^{4+} till PuO_2^{2+} och då bildar Bi^{3+} kan det omvända förloppet uteslutas. Återstår Fe^{2+} som oxideras till Fe^{3+} .