

UTTAGNING TILL KEMIOLYMPIADEN 2015

TEORETISKT PROV nr 2



Provdatum: tisdagen den 10 mars 2015

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

Provet omfattar **14** uppgifter.

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

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

Du skall dessutom redovisa uppgift 13-14 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) Endast ett alternativ ska väljas

En burk med drycken "Red Bull" med volymen $0,250 \text{ dm}^3$ innehåller ca 8 stycken sockerbitar. Använd faktarutan till höger för att beräkna koncentrationen av socker (sackaros) i en "Red Bull" uttryckt i mol/dm^3 .



Fakta 1: Sockerbit på 3,6 g

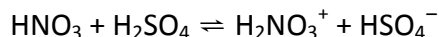
Innehåller sackaros $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$

Molmassa $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = 342 \text{ g/mol}$

- a) $0,08 \text{ mol/dm}^3$ b) $0,34 \text{ mol/dm}^3$ c) $0,45 \text{ mol/dm}^3$
d) $0,64 \text{ mol/dm}^3$ e) $1,8 \text{ mol/dm}^3$

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

Vilka partiklar är korresponderande syra-bas par i nedanstående protolysreaktion?

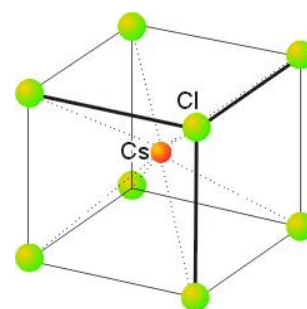


- a) HNO_3 och H_2SO_4 b) H_2NO_3^+ och HNO_3 c) HNO_3 och HSO_4^-
d) H_2NO_3^+ och HSO_4^- e) H_2SO_4 och HSO_4^-

Uppgift 3 (2 poäng) Endast ett alternativ ska väljas

En enhetscell är den minsta byggstenen, som kan tänkas bygga upp en hel kristall. Hur många kloridjoner är det inne i enhetscellen till höger?

- a) 1 b) 2 c) 4
d) 8 e) 9

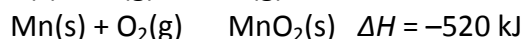
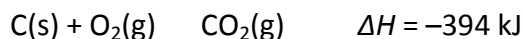


Uppgift 4 (2 poäng)

Om sidan på den kubiska enhetscellen i uppgift 3 är $4,11 \text{ \AA}$ ($\text{\AA} = \text{\AA}ngstr\ddot{o}m = 10^{-10} \text{ m}$), vad är då densiteten för cesiumklorid? Ange svaret i g/cm^3 med två decimaler.

Uppgift 5 (2 poäng)

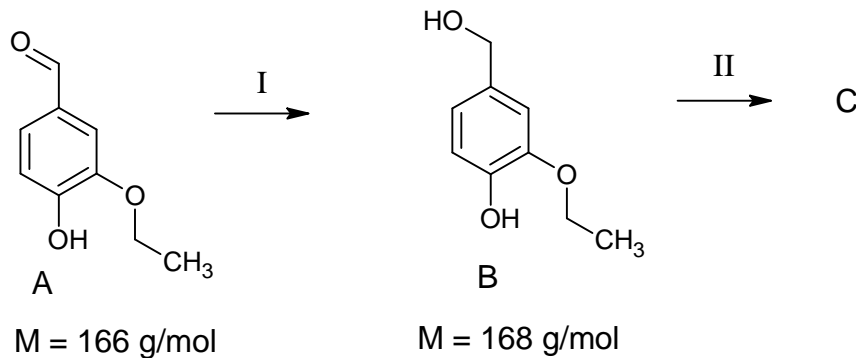
Beräkna entalpiändringen, ΔH , för reaktionen: $\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightarrow \text{Mn}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ med hjälp av följande entalpiändringar. Svara i kJ/mol Mn .



Doftämnen i parfymer utvinns ofta från naturprodukter men de kan också framställas syntetiskt. Den Schweiziska firman *Givaudan* har under flera år framställt och använt doftämne **C**, som har en sötaktig doft med inslag av kryddig nejlika och vanilj.

Doftämnet syntetiseras via en enkel 2-stegssyntes varvid ämne **A** via mellanprodukten **B** ombildas till ämne **C**. Uppgift 6-8 handlar om detta doftämne

Uppgift 6 (2 poäng) Endast ett alternativ ska väljas



Vad kallas reaktionen i steg I ovan då förening **A** bildar **B**?

- a) kondensation b) elimination c) reduktion d) substitution e) oxidation

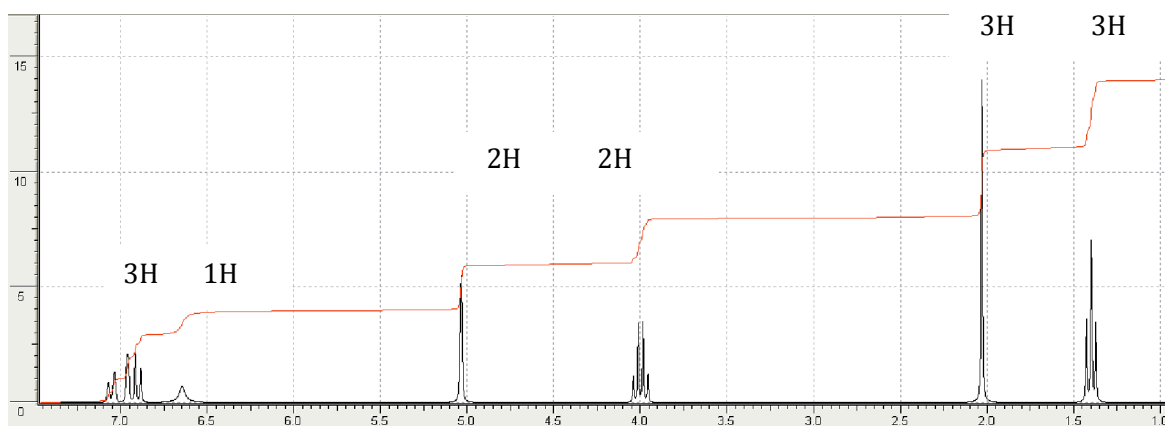
Uppgift 7 (2 poäng) Endast ett alternativ ska väljas

När ämne **B** bildas erhålls en förening som har massan 1,246 g. Man använder 9,75 mmol **A** till reaktion I. Alla andra ämnen som tillsätts är i överskott.

Beräkna utbytet av reaktion I, från **A** till **B**, i procent av det teoretiska utbytet.

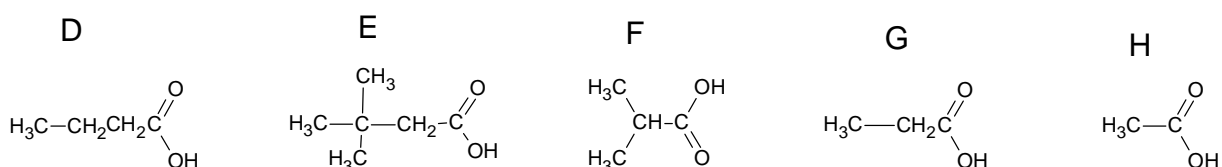
- a) 74,1 % b) 75,0 % c) 75,5 % d) 76,1 % e) 76,4 %

Uppgift 8 (2 poäng) Endast ett alternativ ska väljas



Vid reaktion II som sedan sker bildas förening **C** genom en kondensationsreaktion mellan ämne **B** och en karboxylsyra. Vid analys av förening **C** erhålls ovanstående NMR-spektrum. Obs! Antalet protoner har utritats för respektive topp.

Vilken av nedanstående karboxylsyror **D-H** är det som reagerar och bildar förening **C**?



Uppgift 9 (2 poäng) *Endast ett alternativ ska väljas*

Kalium-40 är en radioaktiv isotop som används för att åldersbestämma mineraler. Sönderfallsprodukten är argon-40 och den ansamlas inuti mineralet. Man kan mäta mängden argon-40, och därmed mängden kalium-40, med exempelvis mass-spektrometri. I en sten från månen fann man att 12,7% av den ursprungliga mängden kalium-40 var kvar. Hur gammal är månstenen? Halveringstiden för kalium-40 är $1,26 \cdot 10^9$ år.

- a) $6,00 \cdot 10^3$ år b) $6,50 \cdot 10^6$ år c) $1,26 \cdot 10^9$ år d) $3,75 \cdot 10^9$ år e) $1,37 \cdot 10^{10}$ år

Uppgift 10 (2 poäng) *Endast ett alternativ ska väljas*

Vilken är bindningsvinkeln mellan bindningarna i elektronstrukturen hos molekylen, BF_3 ?

- a) 90° b) $104,5^\circ$ c) 107° d) $109,5^\circ$ e) 120°

Uppgift 11 (3 poäng)

Då fast arsenik(III)sulfid, As_2S_3 , kokas med koncentrerad salpetersyra bildas arseniksyra, H_3AsO_4 , vätesulfatjoner, HSO_4^- , och kvävedioxid, NO_2 . Skriv en balanserad reaktionsformel för reaktionen.

Uppgift 12 (8 poäng)

Det finns fler än 30 isomerer med summaformeln $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$.

- a) Rita strukturformeln för en av de isomerer som kan reduceras till en alkohol med lämpligt reduktionsmedel.
- b) Rita strukturformeln för en av de isomerer som kan oxideras med dikromatjoner.
- c) Rita strukturformeln för en av de isomerer som kan avfärga en bromlösning.
- d) Rita strukturformeln för en isomer som i $^1\text{H-NMR}$ har en signal vars integral motsvarar 3 protoner.
- e) Rita strukturformeln för en isomer som innehåller minst en kiral kolatom, och markera det kirala centrumet i din strukturformel.
- f) Rita strukturformeln för en isomer som kan ha cis/trans-isomeri. Ange om du ritat cis- eller trans-formen.
- g) En förening **A** har summaformeln $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$. Den reduceras inte till en alkohol med lämpligt reduktionsmedel och den oxideras inte av dikromatjoner. Föreningen kan inte avfärga bromvatten, den ger ingen signal för tre protoner i $^1\text{H-NMR}$, den innehåller inget kiralt centrum och den uppvisar ingen cis-trans-isomeri. Rita strukturformeln för förening **A**.

Du ska förutom svar på svarsblanketten lämna fullständiga lösningar till uppgift 13-14 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 13 (14 poäng)

Man vill bestämma masshalten av de ingående metallerna i en kanna som består av en legering av silver, koppar och krom.

1,500 g av legeringen upplöses och man får en lösning som innehåller Ag^+ , Cu^{2+} och Cr^{3+} -joner. Denna lösning späds till $0,500 \text{ dm}^3$. Man gör två olika försök med lösningen.



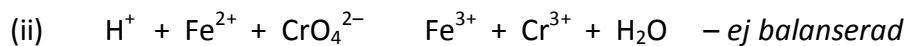
Försök 1.

Man tar ut $50,0 \text{ cm}^3$ av lösningen som analyseras enligt följande:

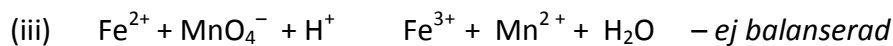
Först avlägsnas silver- och kopparjonerna helt ur lösningen. Sedan oxideras krom(III)jonerna fullständigt till kromat(VI)joner i basisk lösning med väteperoxid enligt nedanstående reaktionsformel.



Därefter tillsätts $25,00 \text{ cm}^3$ $0,100 \text{ mol/dm}^3$ Fe^{2+} lösning. Då sker följande reaktion.



Överskottet av Fe^{2+} -joner titreras med permanganatjoner i sur lösning.



Vid titreringen åtgår $17,20 \text{ cm}^3$ $0,0200 \text{ mol/dm}^3$ permanganatlösning.

- Balansera reaktionsformlerna (i) - (iii).
- Beräkna masshalten i procent av krom i legeringen.

Försök 2

Man tar ut 200 cm^3 av den ursprungliga lösningen som därefter elektrolyseras. Då reduceras samtliga metalljoner i lösningen till metalliskt krom, koppar respektive silver på katoden.

- Beräkna den totala massan av silver och koppar som bildas vid elektrolysen.
(Om du inte har ett svar på uppgift b), använd en massa som motsvarar 10 % Cr i legeringen.)
- Skriv reaktionsformler för de elektrodforlopp som sker vid reduktionen av respektive metalljon vid katoden. Ange substansmängden elektroner som går åt för att reducera 1 mol av respektive metalljon.

- e) Antag att det elektrolyserade provet på 200 cm^3 innehåller x gram silver. Skriv ett uttryck för hur den totala substansmängden elektroner, $n(e^-)$, som åtgår vid reduktionen av de tre metalljonerna, beror på massan silver, x gram, i lösningen. Uttrycket ska inte innehålla några andra obekanta än x .

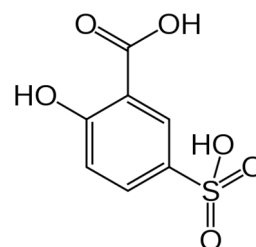
Under hela elektrolysen var strömstyrkan $2,0 \text{ A}$. Efter 785 sekunder var alla metalljoner i lösningen reducerade.

- f) Beräkna substansmängden elektroner ur strömstyrkan och tiden. Använd sedan svaret i e) för att beräkna massan silver i det elektrolyserade provet och därefter masshalten i procent av koppar och silver i legeringen.

Ledning: Substansmängden elektroner, $n(e^-)$, kan beräknas ur sambandet $I \cdot t = n(e^-) \cdot F$ där I är strömstyrkan i ampere, t tiden i sekunder och $F = 96485 \text{ C/mol}$ är Faradays konstant.

Uppgift 14 (10 poäng)

Sulfosalicylsyra är en trevärd syra, som är stark i första protolyssteget. I andra och tredje protolyssteget är pK_a -värdena $2,60$ respektive $11,70$. Syrans strukturformel återges till höger

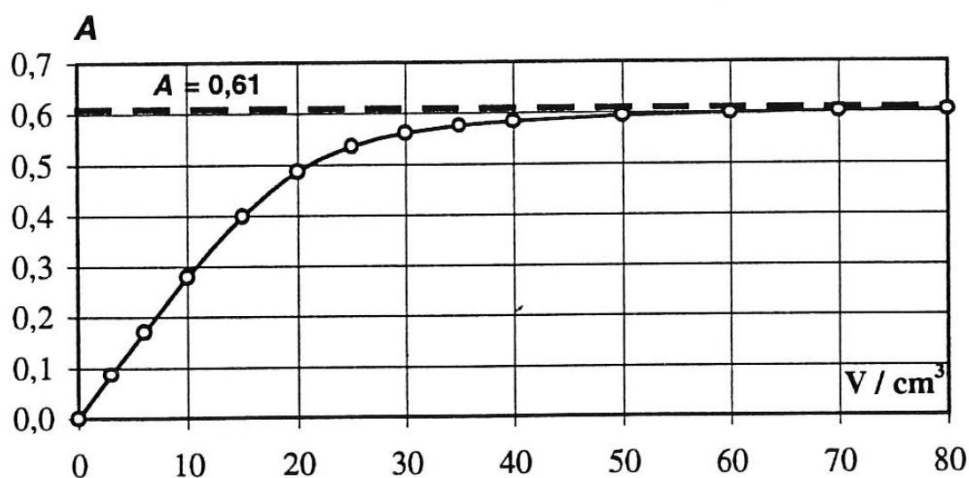


- a) Markera med siffrorna 1, 2 och 3 i strukturformeln vilken väteatom som motsvarar respektive protolyssteg.

Sulfosalicylsyra betecknas i fortsättningen förkortat H_3A . Jonen A^{3-} bildar med järn(III)-joner ett violett komplex. För att undersöka komplexbildningen gör man följande experiment.

I en serie mätkolvar blandar man $1,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol Fe}^{3+}$, $1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol HClO}_4$ (som är en stark syra) samt varierande volym V av en lösning av saltet NaH_2A med koncentrationen $5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$. Lösningarna späds till $100,0 \text{ cm}^3$ med vatten och blandas.

De olika lösningarnas absorbans, A , mäts i tur och ordning i en kyvett med längden $1,000 \text{ cm}$ vid en våglängd, där endast komplexet absorberar. Absorbansen som funktion av V återges i diagrammet nedan.



Endast ett komplex bildas enligt (1) (komplexets laddning är utelämnad i formeln).



Sambandet mellan absorbansen, A , komplexets molära absorptionskoefficient, ε , kyvettlängden, d , komplexets koncentration, c , ges av.

$$A = \varepsilon \cdot d \cdot c$$

Vid stort överskott av H_2A^- kan man anta att allt $Fe(III)$ finns som komplex. Då är $[FeA_x] = (1,00 \cdot 10^{-4} / 0,1000) \text{ mol/dm}^3 = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$. Den molära absorptionskoefficienten, ε , kan då bestämmas enligt: $\varepsilon = A / (d \cdot c) = 0,61 / (1,000 \text{ cm} \cdot 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}) = \underline{6,1 \cdot 10^2 \text{ cm}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{dm}^3}$.

- b) Bestäm x med hjälp av diagrammet.
- c) Beräkna pH i de två lösningarna där $V = 0$ och $V = 80 \text{ cm}^3$.
- d) Beräkna jämviktskonstanten för jämvikten (1) ovan med hjälp av data i diagrammet.
- e) Beräkna jämviktskonstanten (komplexkonstanten) för jämvikten (2)



SVARSBLANKETT TILL KEMIOLYMPIADEN 2015, OMGÅNG 2

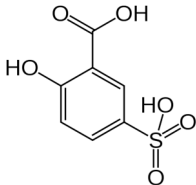
Namn: _____ Födelsedatum: _____

Skola: _____

Hemadress: _____

e-post: _____

Uppg.	Endast svar – inga uträkningar					Poäng	L	
1	a	b	c	d	e	2		
2	a	b	c	d	e	2		
3	a	b	c	d	e	2		
4	Densiteten är g/cm^3					2		
5	$\hat{e}H =$ kJ/mol					2		
6	a	b	c	d	e	2		
7	a	b	c	d	e	2		
8	D	E	F	G	H	2		
9	a	b	c	d	e	2		
10	a	b	c	d	e	2		
11						3		
12	a		b			1+1		
	c		d			1+1		
	e		f			1+1		

12	g	X	2		
13a (i)	$\text{OH}^{\ominus} + \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}_2$	$\text{CrO}_4^{2\ominus} + \text{H}_2\text{O}$	1		
13a (ii)	$\text{H}^+ + \text{Fe}^{2+} + \text{CrO}_4^{2\ominus}$	$\text{Fe}^{3+} + \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$	1		
13a (iii)	$\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^{\ominus} + \text{H}^+$	$\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$	1		
13b		%	3		
13c	$m(\text{Cu} + \text{Ag}) =$	g	2		
13d	Koppar:	$n(e^-) =$ mol	1		
	Silver:	$n(e^-) =$ mol			
	Krom:	$n(e^-) =$ mol			
13e	$n(e^-) =$		3		
13f	$m(\text{Ag}) =$	g	1		
	Masshalt Cu	%	Masshalt Ag	%	1
14a			1		
14b	$x =$		2		
14c	Vid $V = 0 \text{ cm}^3$ är pH =	Vid $V = 80 \text{ cm}^3$ är pH =	1+1		
14d	K (jämvikt 1) =		3		
14e	K (jämvikt 2) =		2		
TOTALPOÄNG			55		