

Valintakuulustelujen kemian koe 30.5.2001

1. Luonnon uraani sisältää 0,7 % isotooppia  $^{235}\text{U}$  ja 99,3 % isotooppia  $^{238}\text{U}$ . Uraaniheksafluoridia, joka on kaasu 373,15 K lämpötilassa ja 101,0 kPa paineessa, käytetään erotettaessa uraani-isotooppeja toisistaan.

Mikä on tämän kaasun tiheys ( $\text{g cm}^{-3}$ ) mainituissa olosuhteissa ilmoitettuna neljällä merkitsevällä numerolla silloin, kun

- a) sen kaikki uraaniatomit ovat isotooppia 235?  
b) sen kaikki uraaniatomit ovat isotooppia 238?
- c) Parhaiden tiheysmittareiden erotuskyky on  $\pm 1 \times 10^{-5} \text{ g cm}^{-3}$ . Voidaanko tällaisella mittarilla näissä olosuhteissa määrittää, kumpaa puhdasta uraani-isotooppia tietty  $\text{UF}_6$ -näyte sisältää?
- d) Mikä on luonnon uraanista syntyneen uraaniheksafluoridin tiheys mainituissa olosuhteissa?
2. Kiinteä näyte, jonka massa oli 7,00 g, sisälsi kalsiumkarbonaattia ( $\text{CaCO}_3$ ) ja kalsiumsulfaattia ( $\text{CaSO}_4$ ). Näyte laitettiin uuniin sellaiseen lämpötilaan, jossa karbonaatti hajosi oksidiksi, mutta sulfaatti säilyi muuttumattomana.
- a) Kirjoita reaktioyhtälö karbonaatin hajoamiselle.  
b) Näytteen massa vakioitui uunissa lopulta arvoon 4,32 g. Kuinka paljon alkuperäinen näyte sisälsi  $\text{CaCO}_3$ :a ja  $\text{CaSO}_4$ :a massaprosentteina?
3. Kaliumdivetyfosfaatti ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) ja dinatriumvetyfosfaatti ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) ovat tärkeitä suoloja liuoskemiassa, koska niistä valmistettuja puskuriliuoksia käytetään yleisesti pH-mittareiden kalibroinnissa. Näistä suoloista on valmistettu puskuriliuokset 1 ja 2. Liuos 1 sisältää 0,339 g kaliumdivetyfosfaattia ja 0,353 g dinatriumvetyfosfaattia 1,00  $\text{dm}^3$ :ssä liuosta. Liuos 2 sisältää 0,118 g kaliumdivetyfosfaattia ja 0,430 g dinatriumvetyfosfaattia samassa tilavuudessa liuosta.

Laske pH a) puskuriliuokselle 1 b) puskuriliuokselle 2.

Fosforihapon toinen happovakio (siis reaktion  $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$  tasapainovakio) on  $6,36 \times 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$ .

Fosforihapon ensimmäinen happovakio on niin suuri ja kolmas happovakio on niin pieni, ettei niitä tarvitse ottaa huomioon. Fosforihapon natrium- ja kaliumsuolat ovat vesiliuoksessa täydellisesti ioneina.

4. Strontiumkarbonaattia ( $\text{SrCO}_3$ ) liukenee huoneen lämpötilassa 5,9 mg 1,00  $\text{dm}^3$ :iin vettä. Hopeakarbonaattia ( $\text{Ag}_2\text{CO}_3$ ) liukenee huoneen lämpötilassa 32,0 mg 1,00  $\text{dm}^3$ :iin vettä.
- a) Laske strontiumkarbonaatin liukoisuustulo näissä olosuhteissa.  
b) Laske hopeakarbonaatin liukoisuustulo näissä olosuhteissa.

5. Bentsoehappo on yksinkertainen aromaattinen karboksyylihappo ( $C_6H_5CO_2H$ ). Tutkitaan sen metyylijohdannaisia:
- Piirrä rakenteet tämän yhdisteen kaikille erilaisille monometyylijohdannaisille, joissa metyyliyryhmä on kiinnittynyt betseenirenkaaseen.
  - Piirrä vastaavat rakenteet kaikille dimetyylijohtannaisille.
  - Piirrä vastaavat rakenteet kaikille trimetyylijohtannaisille.
  - Piirrä vastaavat rakenteet kaikille tetrametyylijohtannaisille.
6. Kirjoita seuraavat reaktioyhtälöt käyttäen yhdisteille rakennekaavoja ja vastaa lisäksi kohdissa c, d ja e esitettyihin kysymyksiin:
- Esterin muodostuminen muurahaishapon (metaanihapon) ja metanolin välisellä reaktiolla.
  - Alaniinin (2-aminopropaanihapon) reaktio emäksisessä vesiliuoksessa hydroksidi-ionien kanssa.
  - Alaniinin reaktio happamassa vesiliuoksessa vetyionien kanssa. Missä toisessa varausjakautumaltaan erilaisessa muodossa nettovaraukseltaan neutraali alaniinimolekyyli voi esiintyä?
  - Dipeptidin muodostuminen kahdesta alaniinimolekyylistä. Lähtöaine voi olla optisesti aktiivinen. Voiko dipeptidi olla optisesti aktiivinen (perustelu)?
  - Sellaisen yhdisteen muodostuminen, jolla on *cis-trans*-isomeriaa, kun lohkaistaan vettä 2-pentanolista. Mikä toinen kilpaileva tuote voi syntyä? Nimeä yhdisteet.

$$R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Alkuaineiden moolimassoja:

Alkuaine:	H	C	O	F	Na	P	S	K	Ca	Sr	Ag
M / g mol <sup>-1</sup>	1,01	12,01	16,00	19,00	22,99	30,97	32,06	39,10	40,08	87,62	107,87

Inträdesförhör i kemi 30.5.2001

1. Naturligt uran består till 0,7 % av isotopen  $^{235}\text{U}$  och till 99,3 % av isotopen  $^{238}\text{U}$ . Uranhexafluorid, som är en gas vid temperaturen 373,15 K och trycket 101,0 kPa, används för att separera uranisotoperna från varandra.

Beräkna, med fyra gällande siffror, densiteten ( $\text{g cm}^{-3}$ ) för denna gas under ovannämnda förhållanden för det fall att

- a) gasens alla uranatomer utgörs av isotopen 235.
  - b) gasens alla uranatomer utgörs av isotopen 238.
- c) De bästa densitetsmätarna har en upplösningsförmåga på  $\pm 1 \times 10^{-5} \text{ g cm}^{-3}$ . Kan en sådan mätare användas för att under dessa förhållanden bestämma vilkendera av de rena uranisotoperna ett givet  $\text{UF}_6$ -prov innehåller?
  - d) Beräkna densiteten för uranhexafluorid, som bildats ur naturligt uran, under ovannämnda förhållanden.
2. Ett fast prov, vars massa var 7,00 g, innehöll kalciumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) och kalciumsulfat ( $\text{CaSO}_4$ ). Provet sattes i en ugn vid en sådan temperatur att karbonaten sönderföll till oxid men sulfaten förblev oförändrad.
- a) Skriv reaktionslikheten för sönderfallet av karbonat.
  - b) Provets massa stabiliserades så småningom i ugnen vid värdet 4,32 g. Hur mycket  $\text{CaCO}_3$  och  $\text{CaSO}_4$ , uttryckt i massprocent, innehöll det ursprungliga provet?

3. Kaliumdivätefosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) och dinatriumvätefosfat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) är viktiga salter inom lösningskemin eftersom buffertlösningar som beretts av dem allmänt används för kalibrering av pH-mätare. Buffertlösningarna 1 ja 2 har beretts av dessa salter. Lösning 1 innehåller 0,339 g kaliumdivätefosfat och 0,353 g dinatriumvätefosfat i  $1,00 \text{ dm}^3$  lösning. Lösning 2 innehåller 0,118 g kaliumdivätefosfat och 0,430 g dinatriumvätefosfat i lika stor volym lösning.

Beräkna pH för a) buffertlösning 1 b) buffertlösning 2.

Fosforsyrans andra syrakonstant (dvs reaktionens  $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$  jämviktskonstant) är  $6,36 \times 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$ .

Fosforsyrans första syrakonstant är så stor och dess tredje syrakonstant så liten, att de inte behöver beaktas. I vattenlösning är fosforsyrans natrium- och kaliumsalter helt i jonform.

4.  $1,00 \text{ dm}^3$  vatten löser 5,9 mg strontiumkarbonat ( $\text{SrCO}_3$ ) vid rumstemperatur.  
 $1,00 \text{ dm}^3$  vatten löser 32,0 mg silverkarbonat ( $\text{Ag}_2\text{CO}_3$ ) vid rumstemperatur.
- a) Beräkna löslighetsprodukten för strontiumkarbonat under dessa förhållanden.
  - b) Beräkna löslighetsprodukten för silverkarbonat under dessa förhållanden..

5. Bensoesyra är en enkel aromatisk karboxylsyra ( $C_6H_5CO_2H$ ). Vi studerar dess metylderivat:
- Rita strukturerna för alla de olika monometylderivat av denna förening, där metylgruppen är bunden till bensenringen.
  - Rita motsvarande strukturer för alla dimetylderivat.
  - Rita motsvarande strukturer för alla trimetylderivat.
  - Rita motsvarande strukturer för alla tetrametylderivat.
6. Skriv följande reaktionslikheter med hjälp av strukturformler för de olika föreningarna och svara dessutom på frågorna vid punkterna c, d och e:
- Bildning av en ester genom en reaktion mellan myrsyra (metansyra) och metanol.
  - Reaktion mellan alanin (2-aminopropansyra) och hydroxidjoner i basisk vattenlösning.
  - Reaktion mellan alanin och vätejoner i sur vattenlösning. I vilken annan form, med en annan laddningsfördelning, kan den till sin nettoladdning neutrala alaninmolekylen förekomma?
  - Bildning av en dipeptid av två alaninmolekyler. Utgångsämnet kan vara optiskt aktivt. Kan dipeptiden vara optiskt aktiv (motivera)?
  - Bildning av en förening, som uppvisar *cis-trans*- isomeri, genom vattenavspjälkning ur 2-pentanol. Vilken annan konkurrerande produkt kan bildas? Namnge föreningarna.

$$R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Grundämnenas molmassor:

Grundämne:	H	C	O	F	Na	P	S	K	Ca	Sr	Ag
M / g mol <sup>-1</sup>	1,01	12,01	16,00	19,00	22,99	30,97	32,06	39,10	40,08	87,62	107,87

ENTRANCE EXAMINATION AT THE UNIVERSITIES OF TECHNOLOGY IN FINLAND  
(HELSINKI, TAMPERE, LAPPEENRANTA, OULU, ÅBO)

Chemistry Exam 30 May 2001

1. Natural uranium contains 0.7 % of isotope  $^{235}\text{U}$  and 99.3 % of isotope  $^{238}\text{U}$ . Uranium hexafluoride which at a temperature of 373.15 K and at a pressure of 101.0 kPa is a gas is used for separation of uranium isotopes from each other.

What is the density of this gas under the above mentioned conditions reported up to four significant digits when

- a) all its uranium atoms are of isotope 235?  
b) all its uranium atoms are of isotope 238?
- c) Resolution of the best densimeters is  $\pm 1 \times 10^{-5} \text{ g cm}^{-3}$ . Is it possible to determine with this type of densimeter and under these conditions which pure uranium isotope a certain  $\text{UF}_6$  sample contains?
- d) What is the density of uranium hexafluoride formed from natural uranium under the above mentioned conditions?
2. A solid sample with a mass of 7.00 g contained calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) and calcium sulfate ( $\text{CaSO}_4$ ). The sample was placed in a furnace heated to a temperature where the carbonate decomposed to oxide but the sulfate remained unchanged.
- a) Write the reaction equation for the decomposition of the carbonate.  
b) The mass of the sample finally settled in the furnace to a value of 4.32 g. How much  $\text{CaCO}_3$  and  $\text{CaSO}_4$  did the original sample contain in mass percentages?

3. Potassium dihydrogen phosphate ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) and disodium hydrogen phosphate ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) are important salts in solution chemistry because buffered solutions made from them are commonly used in calibration of pH meters. Buffered solutions 1 and 2 are made from these salts. Solution 1 contains 0.339 g of potassium dihydrogen phosphate and 0.353 g disodium hydrogen phosphate in  $1.00 \text{ dm}^3$  of solution. Solution 2 contains 0.118 g of potassium dihydrogen phosphate and 0.430 g of disodium hydrogen phosphate in the same volume of solution.

Calculate the pH of a) the buffered solution 1 b) the buffered solution 2.

The second acid dissociation constant of phosphoric acid (i.e. the equilibrium constant of the reaction  $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$ ) is  $6.36 \times 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$ .

The first acid dissociation constant of phosphoric acid is so large and the third acid dissociation constant so small that it is not necessary to take them into account. The sodium and potassium salts of phosphoric acid dissociate completely to ions in water solution.

4. 5.9 mg of strontium carbonate ( $\text{SrCO}_3$ ) dissolves at room temperature in  $1.00 \text{ dm}^3$  of water. 32.0 mg of silver carbonate ( $\text{Ag}_2\text{CO}_3$ ) dissolves at room temperature in  $1.00 \text{ dm}^3$  of water.
- Calculate the solubility product of strontium carbonate under these conditions.
  - Calculate the solubility product of silver carbonate under these conditions.
5. Benzoic acid is a simple aromatic carboxylic acid ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$ ). Examining its methyl derivatives:
- Draw structures of all different monomethyl derivatives of this compound where the methyl group is bound to the benzene ring.
  - Draw the corresponding structures of all dimethyl derivatives.
  - Draw the corresponding structures of all trimethyl derivatives.
  - Draw the corresponding structures of all tetramethyl derivatives.
6. Write the following reaction equations using structural formulas for the compounds and answer the additional questions in items c, d and e:
- The formation of an ester by reaction of formic acid (methanoic acid) with methanol.
  - The reaction of alanine (2-aminopropanoic acid) with hydroxide ions in basic aqueous solution.
  - The reaction of alanine with hydrogen ions in acidic aqueous solution. In which other form of charge distribution can alanine molecule, neutral in net charge, occur?
  - Formation of a dipeptide from two alanine molecules. The starting material can be optically active. Can a dipeptide be optically active (justify)?
  - A compound which has *cis-trans* isomerism results when water is removed from 2-pentanol. Which other competing product can be formed? Name the compounds.

$$R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Molar masses of the elements:

Element:	H	C	O	F	Na	P	S	K	Ca	Sr	Ag
M / g mol <sup>-1</sup>	1.01	12.01	16.00	19.00	22.99	30.97	32.06	39.10	40.08	87.62	107.87

ENTRANCE EXAMINATION AT THE UNIVERSITIES OF TECHNOLOGY IN  
FINLAND (HELSINKI, TAMPERE LAPPEENRANTA, OULU, ÅBO)

Model Solutions (Chemistry Exam 30.05.2001)

1. a)  $M_U = 235 \text{ g mol}^{-1}$ ,  $M_F = 19.00 \text{ g mol}^{-1} \Rightarrow M(\text{UF}_6) = M_1 = (235 + 6 \cdot 19.00) \text{ g mol}^{-1}$   
 $= 349 \text{ g mol}^{-1}$

$$pV = nRT = (m/M)RT \Rightarrow pM = \rho RT \Rightarrow \rho = \rho_1 = pM_1/(RT) =$$

$$101000 \text{ N m}^{-2} \cdot 349 \text{ g mol}^{-1} / (8.314 \text{ N m K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 373.15 \text{ K}) = 11362 \text{ g m}^{-3}$$
$$= \underline{0.01136 \text{ g cm}^{-3}}$$

b)  $M(\text{UF}_6) = M_2 = (238 + 6 \cdot 19.00) \text{ g mol}^{-1} = 352 \text{ g mol}^{-1} \Rightarrow \rho = \rho_2 = pM_2/(RT) =$

$$101000 \text{ N m}^{-2} \cdot 352 \text{ g mol}^{-1} / (8.314 \text{ N m K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 373.15 \text{ K}) =$$
$$11460 \text{ g m}^{-3} = \underline{0.01146 \text{ g cm}^{-3}}$$

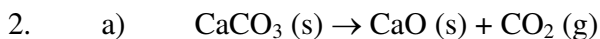
c)  $|\Delta\rho| = |\rho_1 - \rho_2| = |0.01136 - 0.01146| \text{ g cm}^{-3} = 10 \cdot 10^{-5} \text{ g cm}^{-3} > 1 \cdot 10^{-5} \text{ g cm}^{-3}$

Yes

d) The molar mass of natural uranium

$$M_U = (0.007 \cdot 235 + 0.993 \cdot 238) \text{ g mol}^{-1} = 237.98 \text{ g mol}^{-1} \cong 238 \text{ g mol}^{-1} \Rightarrow$$

$$M(\text{UF}_6) = M_2 \Rightarrow \rho = \rho_2 = \underline{0.01146 \text{ g cm}^{-3}}$$



b)  $M(\text{CO}_2) = (12.01 + 2 \cdot 16.00) \text{ g mol}^{-1} = 44.01 \text{ g mol}^{-1}$

$$M(\text{CaCO}_3) = M = (40.08 + 12.01 + 3 \cdot 16.00) \text{ g mol}^{-1} = 100.09 \text{ g mol}^{-1}$$

The amount of moles of carbon dioxide released is the same as the amount of moles of carbonate  $\Rightarrow$

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2) = m(\text{CO}_2) / M(\text{CO}_2) = (7.00 - 4.32) \text{ g} / (44.01 \text{ g mol}^{-1}) =$$

$$0.060895 \text{ mol} \Rightarrow m(\text{CaCO}_3) = nM = 0.060895 \text{ mol} \cdot 100.09 \text{ g mol}^{-1} = 6.095 \text{ g}$$

$$\underline{\text{The mass proportion of carbonate}} = (6.095 \text{ g} / 7.00 \text{ g}) \cdot 100 \% = \underline{87.1 \%}$$

$$\underline{\text{The mass proportion of sulfate}} = (100 - 87.1) \% = \underline{12.9 \%}$$

3.  $M_1 = M(\text{KH}_2\text{PO}_4) = (39.10 + 2 \cdot 1.01 + 30.97 + 4 \cdot 16.00) \text{ g mol}^{-1} = 136.09 \text{ g mol}^{-1}$

$M_2 = M(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = (2 \cdot 22.99 + 1.01 + 30.97 + 4 \cdot 16.00) \text{ g mol}^{-1} = 141.96 \text{ g mol}^{-1}$

The dissolution of  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ :  $\text{KH}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{K}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$

$c_1$  = the concentration of  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ions at the beginning

The dissolution of  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ :  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$

$c_2$  = the concentration of  $\text{HPO}_4^{2-}$  ions at the beginning

a) Buffered solution 1:

$n(\text{KH}_2\text{PO}_4) = n_1 = 0.339 \text{ g} / (136.09 \text{ g mol}^{-1}) = 0.00249 \text{ mol}$

$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = n_2 = 0.353 \text{ g} / (141.96 \text{ g mol}^{-1}) = 0.00249 \text{ mol}$

$c_1 = c_2 = 0.00249 \text{ mol} / 1.00 \text{ dm}^3 = 0.00249 \text{ mol dm}^{-3}$



At the beginning	$c_1$	$c_2$	0
------------------	-------	-------	---

At equilibrium	$c_1 - x$	$c_2 + x$	x
----------------	-----------	-----------	---

$K_2 = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HPO}_4^{2-}] / [\text{H}_2\text{PO}_4^-] = x (c_2 + x) / (c_1 - x)$

It can be approximated that  $x \ll c_1$  ja  $c_2$  ( $K_2$  is small)  $\Rightarrow c_2 x / c_1 = 6.36 \cdot 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$

$c_1 = c_2 \Rightarrow x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 6.36 \cdot 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3} \Rightarrow \text{pH} = -\lg (6.36 \cdot 10^{-8}) = \underline{7.20}$

b) Buffered solution 2:

$n_1 = 0.118 \text{ g} / (136.09 \text{ g mol}^{-1}) = 0.000867 \text{ mol} \Rightarrow c_1 = 0.000867 \text{ mol dm}^{-3}$

$n_2 = 0.430 \text{ g} / (141.96 \text{ g mol}^{-1}) = 0.003029 \text{ mol} \Rightarrow c_2 = 0.003029 \text{ mol dm}^{-3}$

$[\text{H}_3\text{O}^+] = x = c_1 K_2 / c_2 = (0.000867 / 0.003029) \cdot 6.36 \cdot 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3} =$

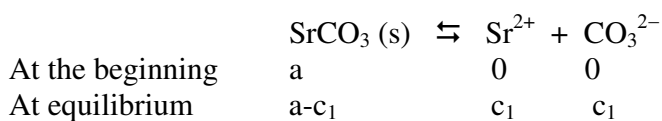
$1.82 \cdot 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3} \Rightarrow \text{pH} = -\lg (1.82 \cdot 10^{-8}) = \underline{7.74}$

4. a)  $M(\text{SrCO}_3) = M_1 = (87.62 + 12.01 + 3 \cdot 16.00) \text{ g mol}^{-1} = 147.63 \text{ g mol}^{-1}$

$c_1 = 0.0059 \text{ g} / (147.63 \text{ g mol}^{-1} \cdot 1.00 \text{ dm}^3) = 4.00 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$



Dissolution reaction:

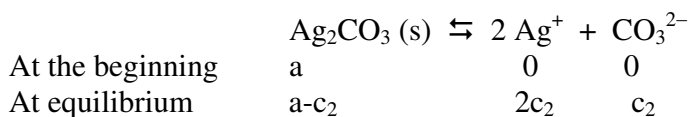


$$K_s = [\text{Sr}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = (c_1)^2 = (4.00 \times 10^{-5})^2 \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6} = \underline{1.60 \cdot 10^{-9} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}}$$

b)  $M(\text{Ag}_2\text{CO}_3) = M_2 = (2 \cdot 107.87 + 12.01 + 3 \cdot 16.00) \text{ g mol}^{-1} = 275.75 \text{ g mol}^{-1}$

$$c_2 = 0.032 \text{ g} / (275.75 \text{ g mol}^{-1} \cdot 1.00 \text{ dm}^3) = 1.16 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$$

Dissolution reaction:

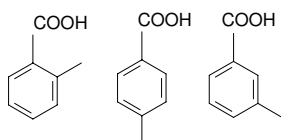


$$K_s = [\text{Ag}^+]^2[\text{CO}_3^{2-}] = 4c_2^2 \cdot c_2 = 4c_2^3 = 4 \cdot (1.16 \cdot 10^{-4})^3 \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9} =$$

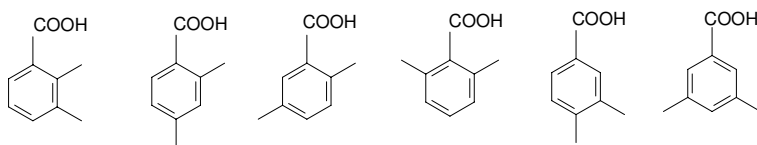
$$\underline{6.24 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9}}$$

5. The line fastened to benzene ring means a methyl group.

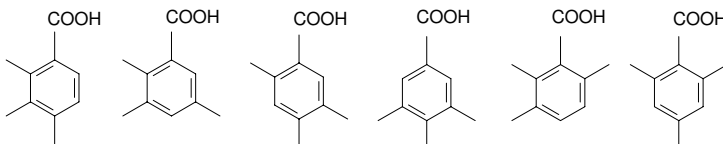
a)



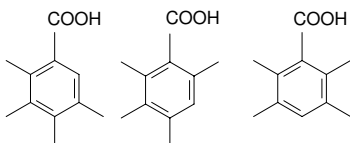
b)

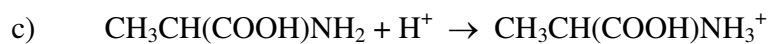


c)



d)

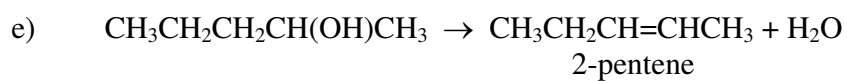




+



Dipeptide has asymmetric carbon atoms  $\Rightarrow$  it can be optically active



The competing product is 1-pentene:  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$