

7. ALMENNA LANDSKEPPNIN Í EFNAFRÆÐI

19. febrúar 2008, KL. 08:00 – 10:00 (120 MÍN)

Nafn:				
Kennitala:				
Sími:				
Tölvupóstfang:				
Heimili:				
Skóli:				
Braut/áfangi:				
Námsár: 1. ár 2. ár 3. ár 4. Ár				

Almennar leiðbeiningar

1. Opnið ekki spurningaheftin fyrr en ykkur er sagt að gera það.
2. Spurningarnar eru alls 21 (númeraðar frá 1-19) og eru á 14 tölusettum blaðsíðum (3 síður fyrir svör við ritg. spurningum), auk forsíðu. Athugið að svo sé.
3. Spurningunum er skipt í þrennt; 10 þriggja stiga fjölvallspurningar, 8 fimm stiga spurningar (nr. frá 11-16, spurning 13 er í 3 liðum og gildir hver liður fimm stig) og 3 stærri spurningar sem gefa tú stig hver. Heildarstigafjöldi spurninganna er því 100.
4. Ekki er gert ráð fyrir að allir geti svarað öllum spurningunum. Þó þið getið ekki svarað nema hluta spurninganna, þarf það ekki að þýða að þið standið ykkur illa. Sumar spurninganna eru erfiðar.
5. Einu leyfilegu hjálparögnum eru óforritanlegar reiknivélar og næsta blaðsíða, en á henni eru formúlur, fastar og lotukerfið.
6. Í fjölvallspurningunum skal setja kross yfir viðeigandi bókstaf (ef vafaatriði er um við hvaða bókstaf krossinn er, telst svarið rangt!), en í öðrum spurningum skal svarið skrifað á tilætluð blöð. Ef plássið er ekki nægjanlegt, skal skrifa aftan á blaðsíðuna og merkja greinilega um hvaða lið er að ræða. Ekki verður farið yfir laus blöð sem kunna að fylgja verkefninu.
7. Sumar spurningarnar eru í nokkrum liðum. Ef einhverjum lið er svarað rangt og svarið notað í síðari liðum verður ekki dregið frá í seinni liðunum svo framarlega sem útreikingarnir séu réttir.

Helstu formúlur og fastar:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

$$\Delta x = \sum_{\text{mynd}} x - \sum_{\text{hvarf}} x$$

$$p = \sum_t p_t$$

$$[H_3O^+] = \frac{K_a}{2} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{4C_0}{K_a}} \right)$$

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

$$E = E^\circ - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

$$q = C\Delta T$$

$$PV = nRT$$

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$pK_a = -\log K_a$$

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$N_A = 6,0223 * 10^{23} \text{ mól}^{-1}$$

$$F = 96485 \frac{J}{V \text{ mól}}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0,9896 \text{ atm}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ torr}$$

$$K_w = 1,00 * 10^{-14}$$

$$R = 8,3144 \frac{J}{K \text{ mól}} = 0,08206 \frac{L \text{ atm}}{K \text{ mól}}$$

$$h = 6,626 * 10^{-34} \text{ J s}$$

$$c = 3 * 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$k_B = 1.3806504(24) * 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

Lotukerfið:

¹ H 1.00794															¹ H 1.00794	² He 4.002602	
3 Li 6.941	4 Be 9.012182														9 F Ne 20.1797		
11 Na 22.989770	12 Mg 24.3050														10 S Cl Ar 39.948		
19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.955910	22 Ti 47.867	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.938049	26 Fe 55.845	27 Co 58.933200	28 Ni 58.6934	29 Cu 63.546	30 Zn 65.39	31 Ga 69.723	32 Ge 72.61	33 As 74.92160	34 Se 78.96	35 Br 79.904 83.80	
37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.90585	40 Zr 91.224	41 Nb 92.90638	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.90550	46 Pd 106.42	47 Ag 107.8682	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.760	52 Te 127.60	53 I 126.90447 131.29	
55 Cs 132.90545	56 Ba 137.327	57 La 138.9055	72 Hf 178.49	73 Ta 180.9479	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.217	78 Pt 195.078	79 Au 196.96655	80 Hg 200.59	81 Tl 204.3833	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98038	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Mt (269)	111 (272)	112 (277)		114 (289) (287)		116 (289)		118 (293)

58 Ce 140.116	59 Pr 140.90765	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.964	64 Gd 157.25	65 Tb 158.92334	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93032	68 Er 167.26	69 Tm 168.93421	70 Yb 173.04	71 Lu 174.967
90 Th 232.0381	91 Pa 231.03588	92 U 238.0289	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

Hluti I, styttri krossaspurningar. Veitt eru 3 stig fyrir rétt svar, einn möguleiki er réttur.

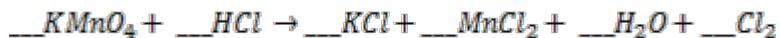
1. Hvaða fullyrðing um $\frac{186}{74}W$ er sönn?

- a) Efnið hefur 186 rafeindir, 74 róteindir og massatöluna 74.
- b) Efnið hefur 74 rafeindir, 186 róteindir og massatöluna 186.
- c) Efnið hefur 74 rafeindir, 74 róteindir og massatöluna 186.
- d) Efnið er ekki til.

2. Hvaða efni er rafneikvæðast af þessum?

- a) F
- b) Cl
- c) Br
- d) I

3. Stilltu eftirfarandi efnajöfnu, hakaðu við rétta summu stuðlana (leggðu saman tölurnar sem þú skrifar á strikin og hakaðu við rétt svar).



- a) 35
- b) 9
- c) 34
- d) 21

4. Uppgefin eru nokkur efni, hvaða efni koma öll til með að leysast í H_2O ?

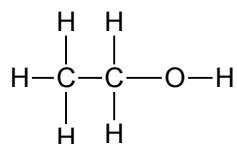
- a) NaCl, C₆H₆, AgCl, Hexan
- b) KOH, Etanol, H₂SO₄, NaCl
- c) AgCl, C₆H₆, PbSO₄, CH₃COOH
- d) CH₃COOH, CH₃CH₂CH₂CH₂CH₃, HgI₂, Au

5. Hvaða tengi hafa öll jónakarakter (ionic character)?

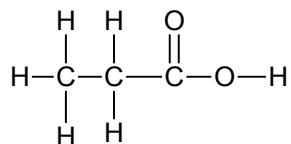
- a) H-O í H₂O, Na-Cl, C=O í OC(CH₃)₂
- b) C-H í CH₄, O-O í O₂, Li-F
- c) Na-Cl, Li-F, Mg-SO₄
- d) Cs-Cl, N=O í N≡O í NO, Pt-Cl í PtCl₂

6. Komplextírun. EDTA⁴⁻ myndar 6 girtan komplex (málmjón tengd á 6 stöðum í EDTA) með mörgum málmjónum, til dæmis Ca. Hversu mörg mg af Ca²⁺ eru í 100 (g) af mjólk ef 24 (mL) af 0,013 M EDTA lausn þurfti til að binda allar Ca²⁺ jónir í 10 (mL) af mjólk?
Gerið ráð fyrir að eðlismassi mjólkur sé sá sami og vatns.
- a) 12,5 (mg)
 b) 25,0 (mg)
 c) 18,2 (mg)
 d) 125 (mg)
7. Virkur hópur (e. functional group) er hópur atóma innan sömu sameindar sem hefur einkennandi efnafræðilega hegðun. Efnafræði lífrænnar sameindar er ákvörðuð af þeim virku hópum sem sameindin hefur. Hver eftirfarandi sameinda hefur karbonylhóp sem virkan hóp?

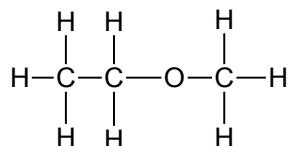
a)



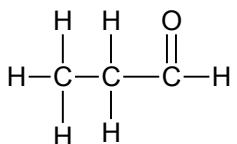
b)



c)

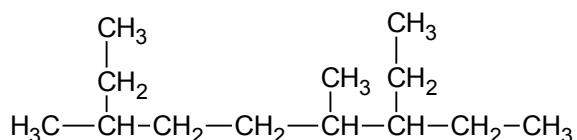


d)

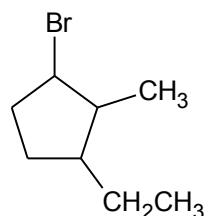


8. Hvert er IUPAC nafn eftirfarandi tveggja sameinda?

A

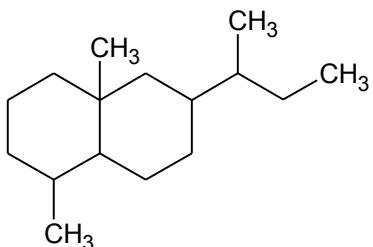


B



- a) A = 3,5-diethyl-4-methyloktane, B = 1-bromo-3-ethyl-2-methylcyclohexane
- b) A = 3-ethyl-4,7-dimethylnonane, B = 1-bromo-3-ethyl-2-methylcyclopentane
- c) A = 2,6-diethyl-5-methyloktane, B = 1-bromo-2-methyl-3-ethylcyclopentane
- d) A = 1,1,5-triethyl-2-methylhexane, B = 1-bromo-2-methyl-3-ethylcyclopentane

9. Hversu mörg handin (ósamhverf, e. chiral) kolefnisatóm hefur eftirfarandi sameind?



- a) 4
- b) 5
- c) 6
- d) 7

10. Hversu mörg H atóm eru í 72,5 g af isopropanol, C₃H₈O?

- a) $6,022 \cdot 10^{23}$ H atóm
- b) 9,65 H atóm
- c) $5,81 \cdot 10^{24}$ H atóm
- d) $7,26 \cdot 10^{23}$ H atóm

Hluti II, lengri krossaspurningar. Veitt eru 5 stig fyrir rétt svar, einn möguleiki er réttur.

11. 0,500 mólum af H_2 og 0,500 mólum af I_2 var blandað saman og komið fyrir í 1,00 L flösku úr ryðfríu stáli við 430°C . Við þessar aðstæður er jafnvægisfasti hvarfsins, $K_c = 54,3$ og efnahvafið er:



Hver er mólstyrkur H_2 , I_2 og HI við jafnvægi?

- a) $[\text{H}_2] = 0$, $[\text{I}_2] = 0$, $[\text{HI}] = 0,500$
- b) $[\text{H}_2] = 0,107$, $[\text{I}_2] = 0,107$, $[\text{HI}] = 0,393$
- c) $[\text{H}_2] = 0,393$, $[\text{I}_2] = 0,393$, $[\text{HI}] = 0,786$
- d) $[\text{H}_2] = 0,107$, $[\text{I}_2] = 0,107$, $[\text{HI}] = 0,786$

12. Flestir þekkja þá iðju að setja mola af þurrís út í drykki til að mynda hvít ský sem vellur uppúr glasiniu.

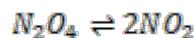
Gerum ráð fyrir að í glasi einu séu 0,500 L af 4°C heitu vatni. Hvað þarfutu að setja mikið magn (grömm) af þurrís út í vatnið til þess að það frjósi?

Varmarýmd vatns er $4,019 \text{ J}/(\text{K}^*\text{g})$, bræðsluvarmi ΔH_{fus} er $333,550 \text{ (J/g)}$

Þurrgufunarvarmi CO_2 er $\Delta H_{\text{sub}} = 199,0 \text{ J/g}$. Gerið ráð fyrir að enginn varmi tapist til umhverfisins.

- e) 878 (g)
- f) -797 (g)
- g) 367 (g)
- h) 120 (g)

13. Eftirfarandi jafnvægi er undir athugun:



Vitað er að fríorka myndunar fyrir efnin er $\Delta G_{\text{NO}_2} = 51,3 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right)$ og $\Delta G_{\text{N}_2\text{O}_4} = 102 \left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right)$ og að entrópía myndunnar efnanna er $S_{\text{NO}_2} = 240,1 \left(\frac{\text{J}}{\text{K mol}} \right)$ og $S_{\text{N}_2\text{O}_4} = 304,2 \left(\frac{\text{J}}{\text{K mol}} \right)$.

(Staðalaðstæður eru 1 bar og 298 K)

Framhald á síðu 6.

Reiknið:

I) Jafnvægisfastann K

- a) 1,021
- b) 0,785
- c) 1,67
- d) $3,87 \cdot 10^4$

II) Reiknið entalpíubreytingu hvarfsins ΔH_{rxn}

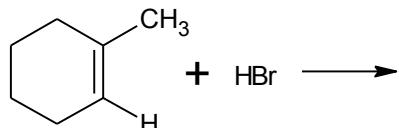
- a) 110,4 (kJ/mól)
- b) 54,1 (kJ/mól)
- c) 126,4 (kJ/mól)
- d) 87,4 (kJ/mól)

III) Oft er vilji á að vita jafnvægisfasta og/eða fríorkubreytingu undir öðrum staðalaðstæðum. T.d er mjög auðvelt að mæla og fylgjast með gasi, en við staðalaðstæðurnar 1 bar og 298 K tekur 1 mól af gasi um 24,5 L.

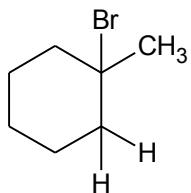
Reiknið jafnvægisfasta og gibbsfríorkubreytingu hvarfsins hér að ofan við staðalaðstæður 1 mól/L.

- a) 19,96 (kJ/mól)
- b) 13,7 (kJ/mól)
- c) 24,7 (kJ/mól)
- d) 0,6 (kJ/mól)

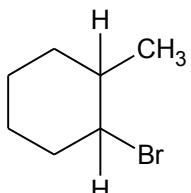
14. Hvert er aðalmyndefni skv. reglu Markovnikov þegar 1-Methylcyclohexene hvarfast við HBr?



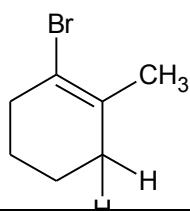
a)



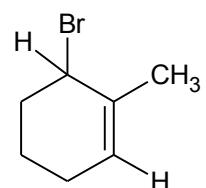
b)



c)



d)



15. Hraðalög mál efnahvarfs (rate law) lýsir samhenginu á milli hvarfhraðans, hraðafastans og styrks hvarfefnanna. Fyrir almenna efnahvarfið:



er hvarfhraðanum lýst með eftirfarandi jöfnu:

$$Hvarfhraði = k[A]^x[B]^y$$

þar sem k er hraðafastinn. Veldisvísarnir x og y eru ákvarðaðir út frá tilraunum og sagt er að hvarfið sé x -stigs m.t.t. efnis A og y -stigs m.t.t. efnis B.

Gerð var tilraun á upphafshvarfhraða á milli $F_2(g)$ og $ClO_2(g)$. Heildar efnajafna hvarfsins er:



Niðurstöður fyrir upphafshvarfhraða við mismunandi styrki $F_2(g)$ og $ClO_2(g)$ er að sjá í töflunni hér að neðan.

Mæling	Upphafshraði (M/s)	[F_2] (M)	[ClO_2] (M)
1	$1,2 \cdot 10^{-3}$	0,10	0,010
2	$4,8 \cdot 10^{-3}$	0,10	0,040
3	$2,4 \cdot 10^{-3}$	0,20	0,010

Hver er hraðafastinn k , stuðlarnir x og y og hvers stigs er hraðajafnan?

- a) $k = 2,4 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$, $x = 1$, $y = 2$, stig = 3
- b) $k = 2,4 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$, $x = 1$, $y = 1$, stig = 2
- c) $k = 1,2 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$, $x = 1$, $y = 1$, stig = 2
- d) $k = 1,2 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$, $x = 2$, $y = 2$, stig = 2

16. Á tilraunastofu voru gerðar efnagreiningar á efnasambandi í gasfasa og niðurstöðurnar sýndu að massaprósenda kísils (Si) í efnasambandinu var 33,0 % en massaprósenda flúors (F) var 67,0 %. Við 35°C mældist þrýstingur 0,210L af efnasambandinu 1,70 atm. Massi 0,210 L af efnasambandinu var 2,38 g. Hver er reynsluformúla efnasambandsins og sameindaformúla?

- a) reynsluformúla = SiF_3 , sameindaformúla = Si_2F_6
- b) reynsluformúla = SiF_2 , sameindaformúla = SiF_2
- c) reynsluformúla = SiF_2 , sameindaformúla = Si_2F_6
- d) reynsluformúla = SiF_3 , sameindaformúla = SiF_3

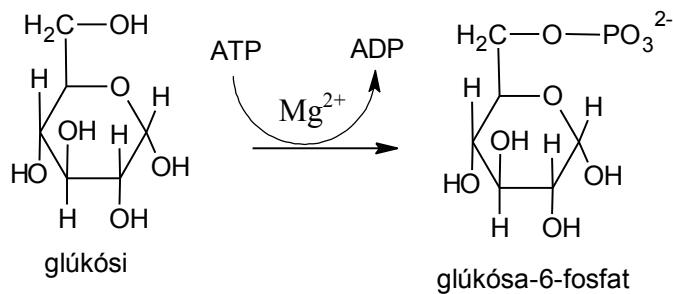
Hluti III, langar spurningar. Hér verður að sýna alla útreikninga og rökstyðja svörin. Hver spurning gefur 10 stig.

17. Flest ensím eru próteinsameindir sem auka hvarfhraða efnahvarfa án þess að eyðast sjálf. Hvötunargeta ensímsins fer eftir byggingu próteinsins. Ensímin bindast hvarfefninu og auka hvarfhraða efnahvarfa.

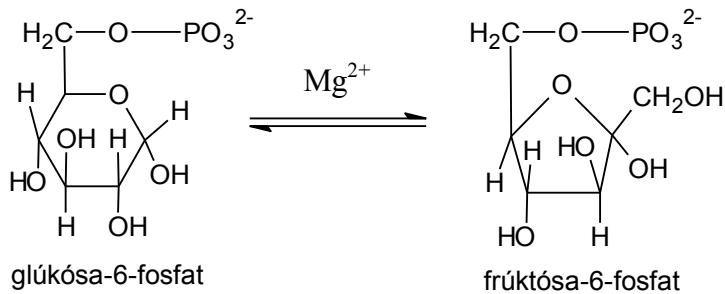
- a) Hvað kallast sá staður á ensíminu þar sem hvarfefnið binst og hvar er hann staðsettur í ensíminu? Hvernig auka þau hraða efnahvarfa?
 - b) Chymotrypsín er ensím sem framleitt er í brisinu og fer út í meltingarveginn og hjálpar til við að brjóta niður peptíðtengi. Kjöraðstæður chymotrypsíns er við pH = 7,8. Ef brisið gæti ekki framleitt chymotrypsín og reynt væri að taka það inn hvað myndi gerast fyrir ensímið þegar það kæmi í magann og hvaða áhrif hefði það á virkni ensímsins?
 - c) Ensím draga mjög oft nafn sitt af þeim efnahvörfum sem þau hvata eða þá þeim efnasamböndum sem þau hafa áhrif á. Ensínum er skipt í 6 flokka eftir því hvers konar hvörf þau hvata. Til dæmis ensímið sem hvatar oxun á alkóholi í aldehyð heitir alkóhol dehydrogenasi (e. alcohol dehydrogenase) og það flokkast sem oxidoreductasi (e. oxidoreductase).

Hvaða flokkum tilheyra ensímin sem hvata eftirfarandi tvö hvörf, sem eru tvö fyrstu skrefin í niðurbroti glükósa í glükólýsu?

1)



2)



a)

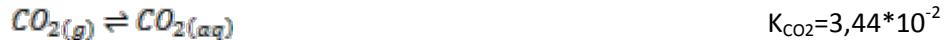
b)

c)

1)

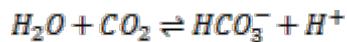
2)

18. Fyrir koldíoxíð andrúmsloftsins í snertingu við vatn gilda eftirfarandi jafnvægi:



Hér þarf að sýna alla útreikninga!

I) Skrifið upp jöfnu jafnvægisfastans fyrir hvarfið



II) Vötn í náttúrunni innihalda venjulega uppleyst CO_2 , reiknið:

a) Hlutfall $[H_2CO_3]:[HCO_3^-]:[CO_3^{2-}]$ í vatni með $pH = 7,00$

$$\underline{\hspace{2cm}} : 1,0 : \underline{\hspace{2cm}}$$

b) Hversu mikið leysist af CO_2 í vatni sem er að meðaltali 8 metra djúpt og með yfirborð 200 m². Gerið ráð fyrir 1 atm þrýsting, 0,0360 % móhlutfalli CO_2 í andrúmslofti og að CO_2 leysist jafn vel í öllu vatninu.

c) Ef móhlutfall CO_2 verður 0,1337 % hver verður $[CO_2]_{(aq)}$

I

II

a)

b)

c)

3. Tvátóma – sameindir er að finna allt í kringum okkur (O_2 , N_2 , (og því miður) CO og HS, svo eithvað sé nefnt). Tvátóma sameindum er mjög auðvelt að lýsa með mættisferlum eins og þeim sem sýndur er á mynd 1. Þetta er svokallað Morse mættisfall (potential function) ímyndaðrar sameindar A2. Morse fallið er gefið sem

$$V(r) = D_e \left(e^{-\beta(r-r_e)} - 1 \right)^2$$

þar sem

$$\beta = \left(\frac{k}{2D_e} \right)$$

Y-ás er stöðuorka og x-ás er lengd AA tengisins. Af myndinni má mjög greinilega lesa samband tengjalengdar og stöðuorku.

i)

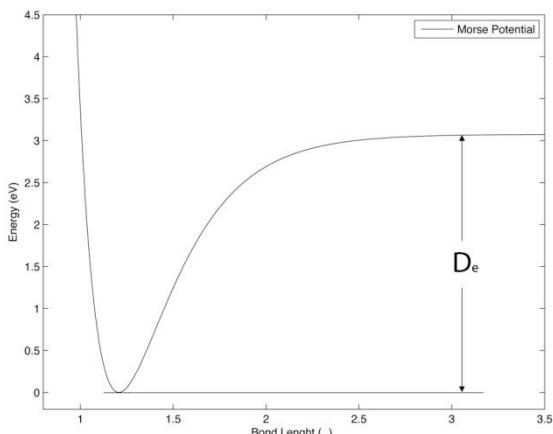
Þó að þetta sé það einfaldasta sameindakerfi sem hugsast getur, er ekki svo hlaupið að því að lýsa því skammtafræðilega. Án frekari bollalegginga kynnum við til leiks hinn ómissandi og mjög svo merkilega skammtafræðilega kjörsveifil (e. Harmonic Oscillator, H.O.) (mynd 2). Við sjáum að í neðstu titrings-orku-þrepunum (punktalínurnar) tekst H.O. nokkuð vel að lýsa kerfinu, en versnar eftir því sem ofar dregur.

Skömmtuðu orkuþrepum H.O er lýst með jöfnunni

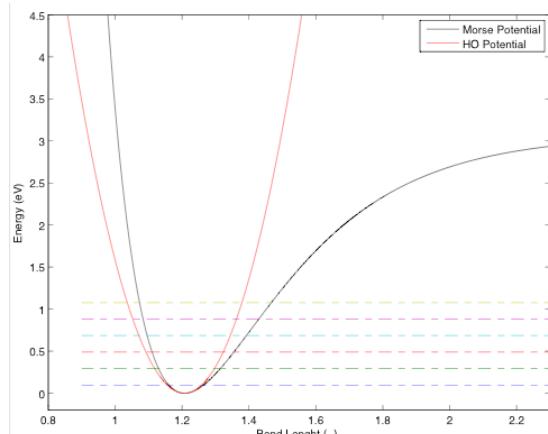
$$E_n = \left(n + \frac{1}{2} \right) \hbar \sqrt{\frac{\mu}{k}}$$

þar sem k er stífnifasti tengis sameindarinnar, og μ er skertur massi hennar, gefinn sem $\mu = 1,3284 \cdot 10^{-26}$ (kg).

Krappinn á Morse stöðufallinu, β er gefinn sem $\beta = 3,4562 \cdot 10^{10}$ (m^{-2}).



Morse fall lýsir titringi tvátóma sameindar ágætlega.



Titringsástönd skammtafræðilega körsveifilsins, nálgun á tiringi tvítóma sameindar.

- a) Lesið af gröfunum hver tengjalengd sameindarinnar er í þessu ástandi.
- b) Reiknið stífnifasta sameindarinnar útfrá gefnum gildum.
- c) Reiknið orku grunn-titrings ástands, sem og 1. örvaða ástands.
- d) (Bónus-spurning, má sleppa) hver er lægsta orka kerfisins? Hvað þýðir það?

ii)

Skipan í orkuþrep er hitastigsháð, eins og gefur að skilja. Boltzman sýndi að við herbergishita er meirihluti sameinda í grunnástandi. Boltzman setti fram hlut sem kallast Boltzman dreifing en hún byggir á tölfraðilegri aflfræði sem áðurnefndur átti mikinn þátt í að móta. Ein af grunnjöfnum Boltzman dreifingarinnar er jafna sem gefur hlutfall sameinda í tilteknu ástandi i, en hún er:

$$\frac{n_i}{N} = \frac{e^{-\frac{\epsilon_i}{k_B T}}}{\sum_i e^{-\frac{\epsilon_i}{k_B T}}}$$

þar sem N er heildarfjöldi sameinda, n_i er fjöldi í ástandi i, ϵ_i er orka ástands i, k_B er Boltzmann fastinn, og T er hitastigið í Kelvin.

- a) ef við segjum, að einungis ástöndin n=0 og n=1 séu aðgengileg við herbergishita, hvert er hlutfall fjölda sameinda í ástöndunum?
- b) Ef við höfum 1 L af kjörgasi við herbergishita og 1 (atm), hvað eru margar sameindir í ástandinu sem samsvarar n=0?
- c) Sýndu fram á, og skýrðu hvað gerist þegar $T \rightarrow \infty$, en $T \rightarrow 0$.

i)

a)

b)

c)

d)

ii)

a)

b)

c)