



18. Almenna landskeppnin í efnafræði fyrir nemendur framhaldsskóla

Fimmtudagur 28. febrúar 2019

kl: 8-10 (120 mín.)



HÁSKÓLI ÍSLANDS



Háskóli Íslands

Tandur hf

18. ÚRSLITAKEPPNIN Í EFNAFRÆÐI

28. FEBRÚAR 2019

Nafn: _____
Kennitala: _____
Sími: _____
Tölvupóstfang: _____
Skóli: _____
Námsár: 1. ár 2. ár 3. ár 4. ár

Almennar leiðbeiningar

1. Spurningarnar eru alls 21 og eru á 14 tölusetnum blaðsíðum, auk forsíðu, formúlublaðs og lotukerfis.
Athugið að svo sé.
Fyrstu 10 spurningarnar veita 3 stig hver, næstu 8 gilda 5 stig hver og loks gilda 3 seinustu 10 stig hver.
2. Svára skal öllum spurningum í svarhefti (þetta hefti). Ekki verður farið yfir þær lausnir sem eru á krassblöðum.
3. Ekki verður dregið frá fyrir rangt svar.
4. Einu leyfilegu hjálpargögnin eru óforritanlegar reiknivélar og næstu tvær blaðsíður, en á þeim eru formúlur, fastar og lotukerfið. Þið megið rífa formúlublöðin frá verkefninu.
5. Í krossaspurningunum er aðeins eitt rétt svar við hverri spurningu.
6. 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 útreikningarnir eru réttir.

Helstu formúlur og fastar

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

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ \quad \Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

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

$$p = \sum_i p_i$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_a}{2} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{4C_0}{K_a}} \right)$$

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

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

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

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

$$q = C\Delta T$$

$$q = mc\Delta T$$

$$pH = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$pK_a = -\log K_a$$

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

$$A = \epsilon bc$$

$$PV = nRT$$

$$T_K = T_{\text{C}} + 273,15$$

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

$$F = 96485 \frac{\text{C}}{\text{mól } e^-}$$

$$1 \text{bar} = 10^5 \text{Pa} = 0,9869 \text{atm}$$

$$1 \text{atm} = 760 \text{torr} = 101325 \text{Pa}$$

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

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

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

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{m/s}$$

$$1 \text{kaloría} = 4,184 \text{J}$$

$$A = A_0 \cdot e^{-kt}$$

$$1 \text{J} = 1 \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

1 H hydrogen 1,008	2 He helium 4,003																																																																																																																				
3 Li lithium 6,941	4 Be beryllium 9,012	5 B boron 10,81	6 C carbon 12,01	7 N nitrogen 14,01	8 O oxygen 16,00	9 F fluorine 19,00	10 Ne neon 20,18	11 Na sodium 22,99	12 Mg magnesium 24,31	13 Al aluminum 26,98	14 Si silicon 28,09	15 P phosphorus 30,97	16 S sulfur 32,07	17 Cl chlorine 35,45	18 Ar argon 39,95	19 K potassium 39,10	20 Ca calcium 40,08	21 Sc scandium 44,96	22 Ti titanium 47,88	23 V vanadium 50,94	24 Cr chromium 52,00	25 Mn manganese 54,94	26 Fe iron 55,85	27 Co cobalt 58,93	28 Ni nickel 58,69	29 Cu copper 63,55	30 Zn zinc 65,39	31 Ga gallium 69,72	32 Ge germanium 72,61	33 As arsenic 74,92	34 Se selenium 78,96	35 Br bromine 79,90	36 Kr krypton 83,80	37 Rb rubidium 85,47	38 Sr strontium 87,62	39 Y yttrium 88,91	40 Zr zirconium 91,22	41 Nb niobium 92,91	42 Mo molybdenum 95,94	43 Tc technetium (98)	44 Ru ruthenium 101,1	45 Rh rhodium 102,9	46 Pd palladium 106,4	47 Ag silver 107,9	48 Cd cadmium 112,4	49 In indium 114,8	50 Sn tin 118,7	51 Sb antimony 121,8	52 Te tellurium 127,6	53 I iodine 126,9	54 Xe xenon 131,3	55 Cs caesium 132,9	56 Ba barium 137,3	57 La lanthanum 138,9	58 Ce cerium 140,1	59 Pr praseodymium 140,9	60 Nd neodymium 144,2	61 Pm promethium (145)	62 Sm samarium 150,4	63 Eu europium 152,0	64 Gd gadolinium 157,3	65 Tb terbium 158,9	66 Dy dysprosium 162,5	67 Ho holmium 164,9	68 Er erbium 167,3	69 Tm thulium 168,9	70 Yb ytterbium 173,0	71 Lu lutetium 175,0	72 Hf hafnium 178,5	73 Ta tantalum 180,9	74 W tungsten 183,8	75 Re rhenium 186,2	76 Os osmium 190,2	77 Ir iridium 192,2	78 Pt platinum 195,1	79 Au gold 197,0	80 Hg mercury 200,6	81 Tl thallium 204,4	82 Pb lead 207,2	83 Bi bismuth 209,0	84 Po polonium (209)	85 At astatine (210)	86 Rn radon (222)	87 Fr francium (223)	88 Ra radium 226	89 Ac actinium (227)	90 Th thorium 232,0	91 Pa protactinium 231,0	92 U uranium 238,0	93 Np neptunium (237)	94 Pu plutonium (244)	95 Am americium (243)	96 Cm curium (247)	97 Bk berkelium (247)	98 Cf californium (251)	99 Es einsteinium (252)	100 Fm fermium (257)	101 Md mendelevium (258)	102 No nobelium (259)	103 Lr lawrencium (262)	104 Rf rutherfordium (261)	105 Db dubnium (262)	106 Sg seaborgium (266)	107 Bh bohrium (264)	108 Hs hassium (269)	109 Mt meitnerium (268)	110 Ds darmstadtium (281)	111 Rg roentgenium (272)	112 Cn copernicium (285)	113 Uut ununtrium (289)	114 Fl flerovium (289)	115 Uup ununpentium (293)	116 Lv livermorium (293)	117 Uus ununseptium (293)	118 Uuo ununoctium (293)	119 Uu ununnonium (293)	120 Uu ununnium (293)

I. hluti - Þriggja stiga spurningar

1. dæmi

Frumefnið cerium (Ce) var uppgötvað af Svíanum Jöns Jacob Berzelius árið 1803. Frumefnið og efnasambönd þess hafa ýmis notagildi, t.d. er cerium(IV)oxíð notað sem fægiefni til að gera við sprungið gler. Hver er efnaformúla cerium(IV)oxíðs?

- Ce_2O
- CeO_2
- Ce_4O
- CeO_4
- CeO

2. dæmi

Frúmeffnið astat (At) er mjög geislavirkt og það sjaldgæfa sem finna má í jarðskorpunni. Það myndast við geislavirkt niðurbrot á úrani og þóríumi en líftími astats er það stuttur að á hverjum tímapunkti er aðeins um 1 g af At til staðar í allri jarðskorpunni. Hvert er efnismagn í 1 g af At?

- 1 mól
- 210 mól
- 5 mmól
- 210 mmól
- 1 mmól

3. dæmi

Hvað inniheldur $^{44}\text{Ca}^{2+}$ margar róteindir (p), nifteindir (n) og rafeindir (e)?

- 20 p, 24 n, 20 e
- 20 p, 24 n, 18 e
- 20 p, 44 n, 18 e
- 24 p, 20 n, 22 e
- 24 p, 20 n, 42 e

4. dæmi

Á 17. júní eru blöðrur gjarnan blásnar upp með helíumgasi (He). Nú var blaðra fyllt með 1,88 g af helíumi (He) og tekin með í skrudgöngu á góðviðrisdegi. Ef lofthitinn var 25 °C og rúmmál blöðrunnar 5,0 L, hver var þrýstingurinn inni í blöðrunni?

- 1,9 atm
- 0,19 atm
- 37 atm
- 10 atm
- 2,3 atm

5. dæmi

Hér má sjá mynd af hefðbundnu verkfæri sem er oft notað við títrun. Hvað kallast þetta verkfæri?



- Belgpípetta
- Skiltrekt
- Búretta
- Loftgeisladæla
- Bikarglas

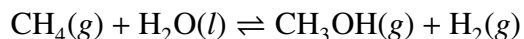
6. dæmi

Hver er bygging XeF₄ sameindar samkvæmt VSEPR líkaninu?

- Áttflötungslaga (e. Octahedral)
- Ferhyrnt flatt (e. Square Planar)
- Fjórflötungslaga (e. Tetrahedral)
- Þrístrendur pýramídi (e. Trigonal pyramidal)
- Vegasalt (e. Seesaw)

7. dæmi

Metanól, sem nýta má sem eldsneyti, má mynda með efnahvarfi vatns og metans. Hvarfinu er lýst með eftirfarandi efnajafnvægi:



Nú er hvarfið framkvæmt í íláti þar sem rúmmálið getur breyst. Notaðu lögmál Le Châtelier til að segja til um hvaða áhrif það myndi hafa á jafnvægið ef rúmmál ílátsins væri minnkað?

- Þrýstingurinn var aukinn og því mun hvarfið leita til hægri
- Þrýstingurinn var minnkaður og því mun hvarfið leita til hægri
- Þrýstingurinn var aukinn og því mun hvarfið leita til vinstri
- Þrýstingurinn var minnkaður og því mun hvarfið leita til vinstri
- Engin breyting verður á jafnvægisstöðu hvarfsins

8. dæmi

Hvaða frumefni er oxað og hvað er afoxað í eftirfarandi efnahvarfi?



- Br er oxað og Cl er afoxað
- Cl er oxað og H er afoxað
- H er oxað og O er afoxað
- O er oxað og Cl er afoxað
- Cl er oxað og Br er afoxað

9. dæmi

Fast efni hefur bræðslumark 1710 °C, er auðleyst í vatni og leiðir ekki rafmagn þegar það er á föstu formi. Hver eru líklegustu efnatengin í þessu efni?

- Samgild tengi
- Samgildur kristall
- Jónatengi
- Málmtengi
- Vetrnistengi

10. dæmi

Hver er mólmassi $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$?

- 310,18 g/mól
- 87,05 g/mól
- 278,18 g/mól
- 215,21 g/mól
- 166,02 g/mól

II. hluti - Fimm stiga spurningar

11. dæmi

Koparvír hefur þvermál 2,00 mm. Nú viljum við klippa bút af vírnum sem inniheldur 1,00 mól af kopar. Hversu langan vír viljum við? Eðlismassi kopars er $d_{Cu} = 8,92 \text{ g/cm}^3$ og rúmmál sívalnings er $V = \pi r^2 h$.

- 0,178 m
- 0,567 m
- 180 m
- 45,1 m
- 2,27 m

12. dæmi

Hvaða rúmmál þarf af 0,3428 M HCl lausn til að hlutleysa 23,55 mL af 0,2350 M Ba(OH)₂ lausn?

- 55,34 mL
- 11,04 mL
- 16,14 mL
- 32,29 mL
- 47,10 mL

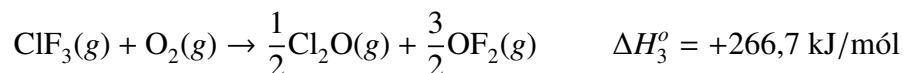
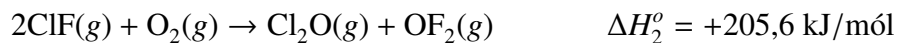
13. dæmi

5,0 g af sýni sem inniheldur kalsíumnítrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $M = 164 \text{ g/mól}$) inniheldur óhreinindi af kísildíoxíði (SiO_2 , $M = 60,1 \text{ g/mól}$). Efnagreining leiddi í ljós að sýnið innihélt 1,0 g af kalsíum. Hver er massaprósenta kalsíumnítrats í sýninu?

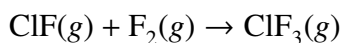
- 20%
- 24%
- 50%
- 73%
- 82%

14. dæmi

Gefin eru eftirfarandi þrjú hvörf:



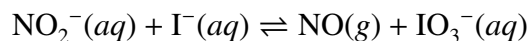
Notaðu lögmál Hess til að finna staðalvermibreytinguna (ΔH°) fyrir efnahvarfið:



- 11,7 kJ/mól
- 422,9 kJ/mól
- 139,2 kJ/mól
- 36,4 kJ/mól
- 114,5 kJ/mól

15. dæmi

Þegar nitrít og jodíð jónir hvarfast fer af stað eftirfarandi óstillt oxunar- afoxunarhvarf:



Ritaðu stillta efnajöfnu fyrir hvarf nitríts og jodíðs við súrar aðstæður.

Stillt efnajafna: _____

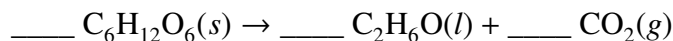
16. dæmi

200 mL af 0,050 M NH_4Cl lausn var blandað við 150 mL af 0,045 M NH_3 lausn. Hvert verður pH gildi þessarar stuðpúðalausnar (búffer)? $K_a(\text{NH}_4^+) = 5,5 \times 10^{-10}$.

17. dæmi

Gerjun á vínberjasafa er mjög mikilvægt skref við framleiðslu á víni. Meðan á þessu lífefnafræðilega ferli stendur er sykrum í vínberjunum umbreytt í etanól. Þetta ferli er framkvæmt af örverum sem finnast náttúrulega á yfirborði ávaxta. Ein af þessum sykrum sem örverurnar umbreyta er glúkósi.

- a) Skrifðu stuðlana við efnajöfnuna hér að neðan svo að út komi stillt efnajafna fyrir umbreytingu glúkósa af föstu formi ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(s)$) yfir í fljótandi etanól ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(l)$) og koltvíoxíð gas.



- b) Reiknaðu staðalvermibreytingu fyrir hvarfið við 298 K. Staðalmyndunarvermi fyrir koltvíoxíð, glúkósa og etanól við 298 K má sjá í töfunni hér að neðan.

	$\text{CO}_2(g)$	glúkósi(s)	etanól(l)
$\Delta_f H^\circ (\text{kJ mol}^{-1})$	-393,5	-1274	-277,0

$$\Delta_{rxn} H^\circ = \text{---} \text{ kJ/mól}$$

18. dæmi

6,200 g af efnasambandi **X** sem innihélt eingöngu kolefni (C), vetni (H) og súrefni (O) var brennt í súrefnisríku umhverfi. Við brunann myndaðist 3,982 g af vatni (H₂O) og 14,61 g af koltvíoxíði (CO₂).

a) Ávarðið reynsluformúlu **X**

Reynsluformúla **X**: _____

b) Ef mólmassi **X** er 168,2 g/mól hver er þá sameindaformúla þess?

Sameindaformúla **X**: _____

III. hluti - Tíu stiga spurningar

19. dæmi Óþekkta frumefnið

Vitað er að óþekkta frumefnið **M** er málmur úr 13. flokki lotukerfisins. Til að auðkenna **M** var eftirfarandi tilraun framkvæmd:

63,4 mg af **M** var hvarfað við 2 M saltsýru og við hvarfið myndaðist 30,65 mL af vetnigasi, mælt við 273 K og 1,00 atm.

a) Skrifðu efnajöfnu sem lýsir því hvernig **M** hvarfast við saltsýruna og vetnigasið myndast. Gætið þess að ástand (fasi, hamur) allra efnanna komi fram í efnajöfnunni.

b) Hversu mörg mól af vetnigasi mynduðust við efnahvarfið?

$$n_{\text{vetnigasi}} = \text{_____ mól}$$

c) Reiknið mólmassa **M**

$$M_X = \text{_____ } \frac{\text{g}}{\text{mól}}$$

d) Hvert er frumefnið **M**?

Frumefni: _____

20. dæmi Nýrnasteinar



Nýrnasteinar eru einn af þeim sjúkdómum sem valda hvað sárustum verkjum, en ætla má að tíundi hver einstaklingur fái nýrnasteina einhvern tímann ævinnar.

Nýrnasteinarnir myndast í þvagfærum sjúklings. Í þvagi er mikið af torleystum söltum og ef styrkur þeirra verður nógu hár geta þau fallið út og myndað kristalla eða steina. Algengustu nýrnasteinarnir myndast úr kalsíum (Ca^{2+}) og oxalati ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$). Vitað er að magnesíum (Mg^{2+}) hindrar útfellingu CaC_2O_4 í þvagi

- a) Leysni kalsíum oxalats (CaC_2O_4) í þvagi er $9 \cdot 10^{-5}$ M. Reiknið leysnimargfeldi (K_{sp}) fyrir CaC_2O_4 í þvagi.

$$K_{sp}(\text{CaC}_2\text{O}_4) = \underline{\hspace{10em}}$$

- b) Leysni MgC_2O_4 í þvagi er 0,093 M. Reiknið leysnimargfeldi (K_{sp}) fyrir MgC_2O_4 í þvagi.

$$K_{sp}(\text{MgC}_2\text{O}_4) = \underline{\hspace{10em}}$$

- c) Styrkur kalsíum (Ca^{2+}) í þvagi er um 5 mM. Hver getur hámarksstyrkur oxalats ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) verið án þess að CaC_2O_4 falli út?

$$K_{sp}(\text{CaC}_2\text{O}_4) = \underline{\hspace{10cm}}$$

- d) Oxalsýra ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) er tvívirk sýra með klofnunarfasta (sýrufasta) $K_{a1} = 5,60 \cdot 10^{-2}$ og $K_{a2} = 5,42 \cdot 10^{-5}$. Oxalat getur því verið á þrenns konar formi í vatnslausn; $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, HC_2O_4^- og $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$. Heildarstyrkur oxalat-innihaldandi einda í lausn er táknaður með $c_T = [\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4] + [\text{HC}_2\text{O}_4^-] + [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$. Hlutfall oxalat jónarinnar ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) af c_T er háð pH gildi lausnarinnar og er gefið með

$$\frac{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}{c_T} = \frac{K_{a1}K_{a2}}{[\text{H}_3\text{O}^+]^2 + K_{a1}[\text{H}_3\text{O}^+] + K_{a1}K_{a2}}$$

Hvert er hlutfallið ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$)/ c_T í þvagi sjúklings A ef pH gildið er 5,9?

$$\frac{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}{c_T} = \underline{\hspace{10cm}}$$

- e) Heildarstyrkur oxalat-innihaldandi jóna í þvagi sjúklings A mældist $c_T = 15,0$ mM. Ætti kalsíum oxalat að falla út við þær aðstæður? Rökstyðjið með útreikningum.

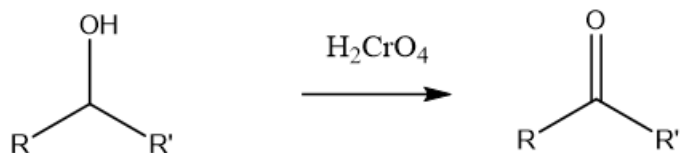
Svar: _____

- f) Í raun eru engin merki um kalsíum oxalat nýrnasteina í þvagi sjúklings A. Hver getur möguleg skýring verið á því?

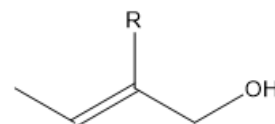
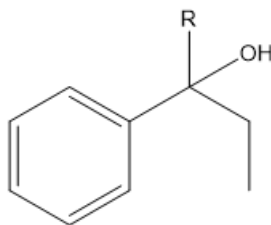
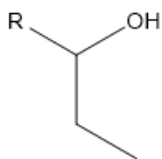
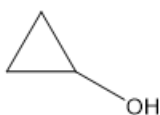
21. dæmi Lífræn efnafræði



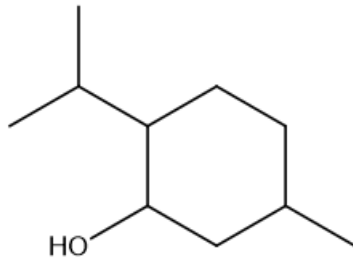
Oxun alkóhóla eru mjög mikilvæg lífræn efnafræði. Myndefni slíkra hvarfa eru háð því hvort alkóhól hvarfefnið sé eingreint (1°) eða tvígreint (2°), en almennt gangast þrígreind (3°) alkóhól ekki undir oxun. Hægt er að oxu tvígreind alkóhól yfir í ketón með hvarfi við krómsýru (H_2CrO_4). Almennt má rita hvarfið á þennan hátt:



- a) Hér að neðan er mynd af fjórum alkóhólum þar sem $-\text{R}$ táknar alkyl hóp. Merkið fyrir neðan hverja mynd hvort alkóhólið sé 1° , 2° , eða 3° .



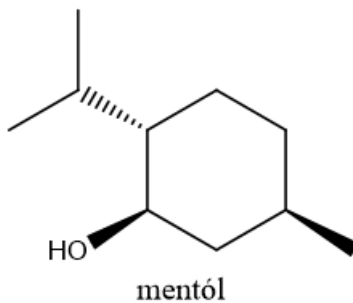
- b) Mentól er dæmi um tvígreint alkóhól sem finna má í piparmyntuolíu og er mikið notað í hálsbrjóstsykur því það minnkar ertingu í hálsi og hefur staðdeyfandi áhrif. Hér að neðan er mynd af sameindabyggingu mentóls.



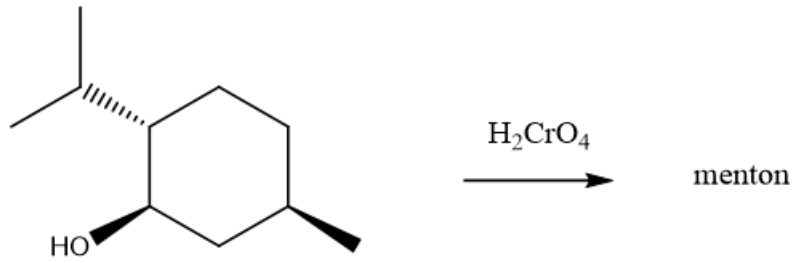
Hvert er nafn mentóls, samkvæmt IUPAC nafnakerfinu?

IUPAC-nafn: _____

- c) Þrjú af kolefnum mentól sameindarinnar eru hendin (ósamhverf). Hér að neðan er önnur mynd af mentól sameind þar sem rúmeftnafræði hendnu kolefnanna kemur fram. Dragið hring utan um hendnu (ósamhverfu) kolefnin í mentól sameindinni.



- d) Hægt er að oxa mentól yfir í menton með því að hvarfa það við krómsýru. Menton er notað sem bragð- og lyktarefni því það bragðast og lyktar eins og piparminta.



Teiknaðu sameindabyggingu mentons. Gættu þess að rúmeftafræði komi fram á myndinni.