



**Enintään 8 tehtävään saa vastata. Tehtävät arvostellaan pistein 0–6, paitsi muita vaativammat, +:lla merkityt jokeritehtävät, jotka arvostellaan pistein 0–9. Moniosaisissa, esimerkiksi a-, b- ja c-kohdan sisältävissä tehtävissä voidaan erikseen ilmoittaa eri alakohdientien enimmäispistemäärät.**

1. Ohessa on luettelo yleisesti käytetyistä aineista olomuotoineen. Viereisessä taulukossa on näihin aineisiin liittyviä käsitteitä ja ominaisuuksia. Mitkä niistä liittyvät kuhunkin aineeseen? Kirjoita kuhunkin kohtaan a–f niihin liittyvät kirjaimet **A–J**. Perustelua ei vaadita.

- a) asetyleeni eli hitsauskaasu(g)
- b) asetoni(l)
- c) glyseroli(l)
- d) pronssi(s)
- e) kipsi(s)
- f) ruokasooda(s)

<b>A</b>	seos
<b>B</b>	ionihila
<b>C</b>	hiilivety
<b>D</b>	sisältää hydroksyyliiryhmiä
<b>E</b>	rikkihapon suola
<b>F</b>	pooliton molekyyli
<b>G</b>	ketoni
<b>H</b>	poolinen molekyyli
<b>I</b>	johtaa hyvin sähköä
<b>J</b>	lämmittäessä vapautuu hiilidioksidia

2. Ammoniakkia voidaan valmistaa laboratoriossa kalsiumoksidin ja ammoniumkloridin reaktiolla. Kaasut johdetaan pois reaktioastiasta ja ammoniakki kerätään talteen. Reaktio on



- a) Kuinka monta grammaa ammoniakkia muodostuu, kun 112 g kalsiumoksidia ja 224 g ammoniumkloridia reagoi? (4 p.)
  - b) Kuinka monta grammaa kiinteää ainetta on reaktioastiassa reaktion jälkeen? (2 p.)
3. Esitä kemiallinen perustelu, miksi
- a) monet lääkeainemolekyylit, kuten ibuprofeeni ja talidomidi, esiintyvät kahdessa muodossa, joista vain toinen on tehokas lääkkeenä ja toinen harmiton tai vaarallinen (1 p.)
  - b) nesteeseen liuotettu lääkeaine vaikuttaa nopeammin kuin vastaava lääkeannos tabletina (1 p.)
  - c) joidenkin lääketablettien puolittaminen tai murskaaminen on erikseen kielletty (1 p.)
  - d) monet nestemäiset yskänlääkkeet valmistetaan liuottamalla lääkeaine etanoliin ja lisäämällä sen jälkeen vettä (1 p.)
  - e) joitakin lääkeaineita voi nauttia suun kautta vain enterokapselina, joka liukenee vasta mahalaukun jälkeen suolistossa, ja joitakin lääkeaineita, kuten insuliinia, ei voi niiden rakenteen vuoksi nauttia suun kautta, vaan ne on annettava injektiona. (2 p.)

4. Orgaanisilla yhdisteillä **X**, **Y** ja **Z** on sama molekyylikaava  $C_3H_6O_2$ . Yhdisteiden ominaisuuksia on annettu oheisessa taulukossa.

- Yhdiste **Z** reagoi magnesiumin kanssa, jolloin vapautuu kaasua, joka koeputkessa syttyy pamahtaen. **X** ja **Y** eivät reagoi magnesiumin kanssa.
- Kun yhdisteitä **X** ja **Y** kuumennetaan natriumhydroksidiliuoksessa, muodostuu reaktioissa yhdisteestä **X** metanolia ja natriumasetaattia ja yhdisteestä **Y** etanolia ja natriumformiaattia.

Yhdiste	Kiehumispiste (°C)	Liukoisuus veteen
<b>X</b>	57	liukenee
<b>Y</b>	54	liukenee
<b>Z</b>	141	liukenee hyvin

- Esitä yhdisteiden **X**, **Y** ja **Z** rakennekaavat ja nimet. (4 p.)
- Kirjoita yhdisteen **Z** ja magnesiumin välisen reaktion yhtälö. (1 p.)
- Miksi yhdisteen **Z** kiehumispiste on korkeampi kuin yhdisteillä **X** ja **Y**? (1 p.)

5. Kemikaalirekasta valui asfaltoidulle pihalle rikkihappoa. Pelastuslaitos imeytti suurimman osan haposta hiekkaan, joka toimitettiin edelleen käsiteltäväksi. Piha pestiin rikkihaposta, ja pesuvettä kertyi säiliöön  $25\text{ m}^3$ . Pesuveden pH-arvoksi mitattiin 2,5. Jotta se voitiin laskea viemäriverkostoon, tuli pH nostaa arvoon 6,5. Neutralointiin käytettiin sammutettua kalkkia.

- Kirjoita neutralointireaktion yhtälö. (2 p.)
- Kuinka monta kilogrammaa kalkkia tarvittiin? (4 p.)

6. Keraamit ovat epäorgaanisia, kahden tai useamman alkuaineen yhdisteitä. Useimmiten materiaalit ovat metallioksiedeja, -nitridejä tai -karbideja. Korkean teknologian keraamit ovat viime vuosikymmeninä kehitettyjä uusia materiaaleja, joissa käytetään raaka-aineena hyvin puhtaita metalliyhdisteitä. Taulukossa on esitetty keraamien ja metallien ominaisuuksia.

	muokattavuus	korroosionkestävyys	kulutuskestävyys	tiheys	sulamispiste	lämmönjohtavuus
<b>keraamit</b>	huono	hyvä	hyvä	pieni	erittäin korkea	riippuu materiaalista
<b>metallit</b>	hyvä	huono	huono	suuri	korkea	hyvä

- Minkälaisia keraamit ja metallit ovat rakenteeltaan? (2 p.)
- Selitä metallien ja keraamien ominaisuuksien eroja niiden rakenteiden perusteella. Käytä esimerkkeinä kolmea ominaisuutta taulukosta. (2 p.)
- Miksi korkean teknologian keraamit soveltuvat veitsien pinnoitteeksi, keinooniveliin tai avaruussukkulan lämpöeristeisiin? Perustele vastauksesi kuhunkin käyttötarkoitukseen keraamien ominaisuuksilla. (2 p.)

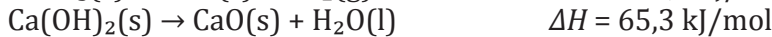
7. Kirjoita seuraavien reaktioiden yhtälöt rakennekaavoin:

- 3-metyylipent-2-eenin (3-metyyli-2-penteenin) pelkistyminen vetykaasun ja katalyytin avulla (1 p.)
- 1-metyyli-5-propyylysykloheksenin happokatalysoitu additio veden kanssa (2 p.)
- 3-kloorianiliinin reaktio vetykloridin kanssa (1 p.)
- valiinin ja proliinin väliset reaktiot. (2 p.)

8. Kun kalsiumnitraattiliuokseen lisätään vähän natriumhydroksidia, saostumaa ei muodostu. Jos ilmassa oleva hiilidioksidi kuitenkin pääsee kosketuksiin kyseisen kalsiumliuoksen kanssa, saostuu kalsiumkarbonaattia seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:



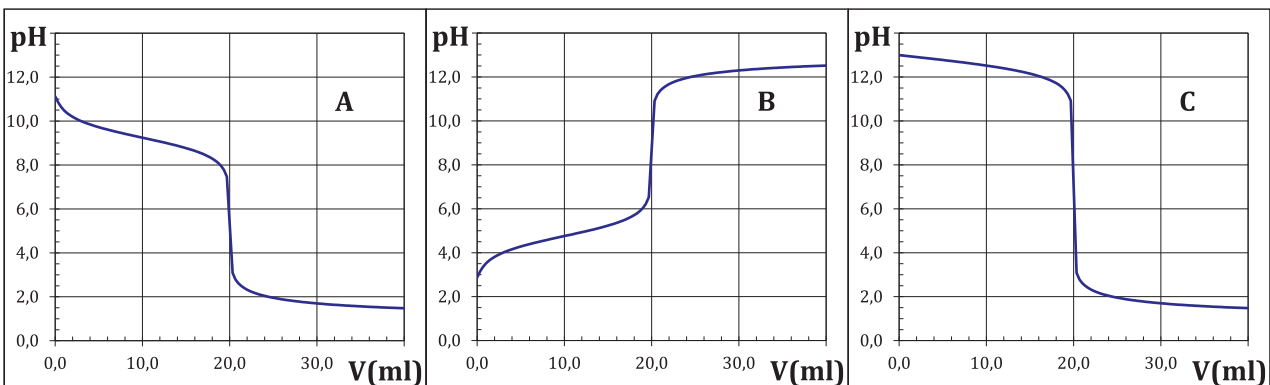
- a) Perustele liukoisuuden avulla, miksi liuoksessa saostuu kalsiumkarbonaattia eikä kalsiumhydroksidia. (2 p.)  
 b) Miten voit kokeellisesti todeta, että saostuma on kalsiumkarbonaattia eikä kalsiumhydroksidia? (1 p.)  
 c) Laske reaktion entalpiamuutos  $\Delta H$ , kun tunnetaan seuraavien reaktioiden entalpiamuutokset kyseisissä olosuhteissa:



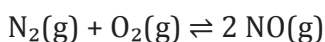
- d) Viileneekö vai lämpeneekö seos reaktiossa? Perustele. (1 p.)

9. Oheisissa kuvissa on esitetty kolmen erilaisen happo-emästitrauksen titrauskäyrät. Titrauksissa käytettyjen happo- ja emäsluosten konsentraatiot ovat 0,10 M.

- a) Määritä kuvaajista alkutilanteiden ja ekvivalenttikohtien pH-arvot. Mistä erot näissä arvoissa johtuvat? Päättelä, ovatko titrauksissa **A**, **B** ja **C** käytetyt hapot ja emäkset vahvoja vai heikkoja. (2 p.)  
 b) Valitse kuhunkin titraukseen sopivin pH-indikaattori. (1 p.)  
 c) Laske ekvivalenttipisteen pH, kun 25,0 ml 0,200 M etikkahappoa titrataan 0,250 M natriumhydroksidilla. (3 p.)



10. Typen oksidit ovat merkittäviä ilmansaasteita kaupunkiympäristössä. Bensiinimoottorin käydessä typpimonoksidia muodostuu ilmasta seuraavan tasapainoreaktion mukaan:



- a) Moottori ottaa ilmaa normaalipaineessa ulkolämpötilan ollessa 0 °C. Polttolämpötilassa reaktion tasapainovakio  $K$  on  $1,7 \cdot 10^{-3}$ . Laske muodostuvan typpimonoksidin tasapainokonsentraatio. (4 p.)  
 b) Kolmessa muussa lämpötilassa reaktion tasapainovakiot ovat  $K(T_1) = 6,7 \cdot 10^{-10}$ ,  $K(T_2) = 1,0 \cdot 10^{-5}$  ja  $K(T_3) = 4,5 \cdot 10^{-31}$ . Aseta lämpötilat  $T_1$ ,  $T_2$  ja  $T_3$  kasvavaan suuruusjärjestykseen. Perustele. (2 p.)

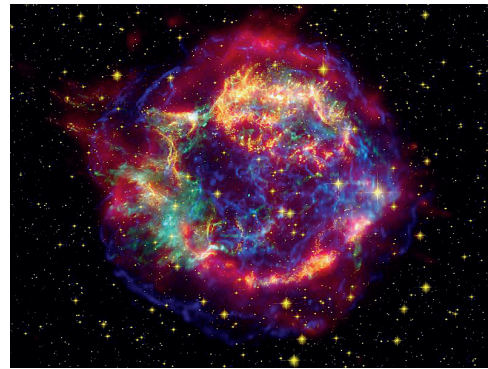


Liikenteen päästöjä

<[https://www.kepa.fi/sites/www.kepa.fi/tiedostot/imagecache/470/kuvat/uutiset/shutterstock\\_126180866.jpg](https://www.kepa.fi/sites/www.kepa.fi/tiedostot/imagecache/470/kuvat/uutiset/shutterstock_126180866.jpg)>.

Luettu 10.2.2014.

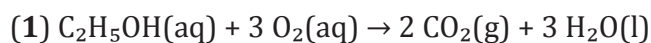
+11. Olemme kaikki tähtien lapsia, sillä monet alkuaineista ovat syntyneet tähtien ydinreaktioissa ja supernovaräjähdyksissä. Tutkijat ovat löytäneet noin tuhat eksoplaneettaa, mutta varmaa merkkiä maan kaltaisesta elämästä ei ole vielä havaittu. Sen sijaan sekä omasta aurinkokunnastamme että avaruudesta yleensä on löydetty hyvin monipuolista kemiaa. Kun elämän mahdollista syntyä muualla avaruudessa on pohdittu, tutkijat ovat todenneet, että edellytyksenä on kuuden tärkeän alkuaineen esiintyminen. Vuonna 2013 viimeisinkin näistä alkuaineista havaittiin avaruudesta supernova Cassiopeia A:n jäännöksistä. Tämän alkuaineen arvioidaan muodostuneen piiatomin ydinreaktiossa, jossa atomin sieppaama neutroni muuttuu protoniksi.



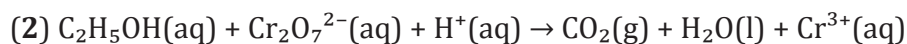
Cassiopeia A:n supernovajäännös  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/Cassiopeia\\_A](http://en.wikipedia.org/wiki/Cassiopeia_A)>  
Luettu 9.1.2014.

- Arvioi, mitkä kuusi alkuainetta ovat edellytyksenä elämän syntymiselle. Perustele valintojasi. (3 p.)
- Avaruuden tähtisumuista ja tähtien läheisyydestä on löydetty molekyyliä, joiden molekyylikaavat ovat  $C_2H_6O$ ,  $C_3H_6O$  (aldehydi),  $HC_7N$ ,  $\bullet C_8H$  (radikaali eli rakenteessa yksi pariton elektroni) ja  $C_{14}H_{10}$  (aromaattinen hiilivety). Piirrä yksi rakennekaava kullekin molekyyliä. (3 p.)
- Mitä kokeellisia menetelmiä astrokemistit käyttävät tutkiessaan avaruuden ja eksoplaneettojen kemiaa? Kuvaile jotakin menetelmää tarkemmin. (3 p.)

+12. Veden kemiallinen hapenkulutus eli ns. COD-luku ( $mg\ O_2/l$ ) kuvaa luonnonvesien ja teollisuuden jätevesien sisältämän orgaanisen aineen määrää. Luonnossa veden orgaaniset aineet reagoivat veteen liunneen hapen kanssa. Seuraavassa reaktioyhtälössä orgaanista ainetta kuvaa etanoli:



COD<sub>Cr</sub>-menetelmässä hapettimena on kaliumdikromaatti, joka hapettaa orgaanisen aineen lähes täydellisesti hiilidioksidiksi ja vedeksi. Reaktiota kuvaava tasapainottamaton yhtälö on



Jokivesinäytteeseen, jonka tilavuus on 50,00 ml, lisätään väkevää rikkihappoa, elohopea- ja hopeasulfaattia sekä 10,00 ml 0,150 M kaliumdikromaattiliuosta. Liuosta keitetään kaksi tuntia suljetussa näyteputkessa. Hopeaioni toimii reaktiossa katalyyttinä, ja elohopeasulfaatti pienentää kloridi-ionin häiriötä. Liuoksen jäähtyttyä jäljelle jäänyt dikromaatti määritetään titraamalla 0,250 M rauta(II)liuoksella. Titrauksen päätepisteessä rauta(II)liuoksen kulutus on 32,65 ml. Titrauksessa tapahtuva reaktio on



- Määritä reaktioyhtälön (2) kertoimet. (2 p.)
- Mihin turvallisuusnäkökohtiin on kiinnitettävä erityistä huomiota tässä työssä? (2 p.)
- Mitkä näytteeseen liittyvät seikat vaikuttavat tuloksen luotettavuuteen? (1 p.)
- Kuinka monta moolia dikromaattia reagoi jokivesinäytteen kanssa? Jos hapettimena olisi dikromaatin sijasta happi, mikä olisi hapen kulutus yksiköissä  $mg\ O_2/l$  eli ns. COD-luku? (4 p.)