

## TEHTÄVIEN RATKAISUT

- 9-1.** a) Kun ilmapalloa hangataan seinään, elektronit siirtyvät pintojen hankauksessa. Toinen pinta luovuttaa elektroneja ja toinen ottaa vastaan. Seinä ja pallo varautuvat erimerkkisesti, joten ne vetävät toisiaan puoleensa. Hankaavien pintojen materiaaleista riippuu se, kumpi luovuttaa elektroneja ja kumpi ottaa vastaan.
- b) Hankautuessa esineet voivat varautua sähköisesti. Keho ja vaatteet voivat varautuvat sähköisesti esimerkiksi villamatolla käveltäessä tai tekokuituisia vaatteita riisuttaessa. Talvella sisäilma on usein kuivaa ja silloin sähkövaraukset eivät purkaudu nopeasti itsestään suoraan ilmaan. Kehossa oleva ylimääräinen sähkövaraus purkautuu sähköiskuna esimerkiksi metallista ovenkahvaa kosketettaessa. Kesällä ilma on kosteampaa kuin talvella ja silloin sähkövaraukset purkautuvat (tasoittuvat) helpommin itsestään eikä sähköiskuja synny niin helposti. Samasta syystä opettajan sähkökipinöihin liittyvät demonstraatiot ovat näyttävämpiä talvella.
- c) Varaa lasisauva muovipussilla. Tiedetään, että lasisauvan sähkövaraus on tällöin positiivinen. Jos lasisauva vetää kammattuja hiuksia puoleensa, hiukset ovat negatiivisesti varatut, joten hiukset ottivat vastaan elektroneja. Jos lasisauva hylkii kammattuja hiuksia, lasisauva ja hiukset ovat positiivisesti varatut eli hiukset luovuttivat elektroneja.
- 9-2.** a) Auton kori voi saada ajettaessa ilman hankauksen takia sähkövarauksen. Autosta poistuessasi sähkövaraus voi purkautua kauttasi korista maahan, jolloin tunnet purkauksen sähköiskuna. Sähkövaraus ei pääse purkautumaan auton pyörien kautta, koska renkaiden kumi on eriste. Myös vaatteiden hankaus auton penkkeihin voi aiheuttaa samanlaisen ilmiön autosta poistuttaessa.

b) Säiliöautoon voi muodostua hankaussähköä ilman virtauksesta. Kun käytetään auton alle asennettua maadoitusjohdinta, sähkövaraukset pääsevät paremmin purkautumaan maahan, eikä synny kipinöintiin liittyviä vaaratilanteita esimerkiksi huoltoasemilla.

**9-3.** Kappaleen sähkövaraus on negatiivinen, jos hohtolampussa valo välähtää kappaleen puoleisessa kohtiossa. Hohtolampussa valo näkyy sen kohtion luona, josta kohtion (metallilangan) elektronit irtoavat. Kuvassa elektronit irtoavat lähempänä palloa olevasta kohtiosta, joten metallipallo kohdistaa elektroneihin hylkivän voiman. Näin ollen metallipallo on negatiivisesti varattu.

**9-4.** a) Jos välähdys näkyy vastakkaisessa kohtiossa lasisauvaan nähden, kappaleen sähkövaraus on positiivinen. Jos hohtolampulla kosketaan sähköisesti varattua lasisauvaa, elektronit irtoavat lampun vastakkaisesta päästä. Elektronit siirtyvät sieltä kohti sauvaa. Tällöin metallilangan luona näkyy valon välähdys, kun elektronit törmäävät kaasun rakennehiukkasiin. Lasisauva vetää elektroneja puoleensa ja on siis positiivisesti varattu.

b) Jos hohtolampulla kosketaan sähköisesti varattua eboniittisauvaa, valo välähtää elektronien irrottua lampun sauvan puoleisessa päässä. Sauva siis hylkii sähkövaraukseltaan negatiivisia elektroneja, joten eboniittisauva on negatiivisesti varattu.

**9-5.** Sähkövirta on  $I = \frac{Q}{t}$ , joten latausaika on  $t = \frac{Q}{I}$ .

a) Latausaika on

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{1860 \text{ mAh}}{1,0 \text{ A}} = \frac{1,86 \text{ Ah}}{1,0 \text{ A}} = 1,86 \text{ h.}$$

$0,86 \text{ h} = 0,86 \cdot 60 \text{ min} = 51,6 \text{ min}$ . Latausaika on likimain 1 h 50 min.

b) Latausaika on

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{1860 \text{ mAh}}{60 \text{ mA}} = \frac{1860 \text{ mAh}}{60 \text{ mA}} = 31 \text{ h.}$$

**9-6.** Aluksi metallipintaiset kevyet pallot ovat lieriön pohjalla, joka on yhdistetty nauhageneraattorin palloon. Kevyet pallot koskettavat myös toisiaan. Kun generaattorin pallo varataan sähköisesti, kaikki kevyet pallot varautuvat samanmerkkiseksi kuin generaattorin pallo. Samanmerkkisesti varautuneet pienet pallot ja generaattorin pallo hylkivät toisiaan, joten kevyet pallot leijuvat.

**9-7.** a) Jos rauta-atomi menettää kolme elektronia, siitä tulee positiivisesti varattu rautaioni, jota merkintä  $\text{Fe}^{3+}$  tarkoittaa. Jos happiatomi saa kaksi elektronia, siitä tulee negatiivisesti varattu happi-ioni  $\text{O}^{2-}$ .

b) Ionin  $\text{Fe}^{3+}$  sähkövaraus on  $3e = 3 \cdot 1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ C} \approx 4,8 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

Ionin  $\text{O}^{2-}$  sähkövaraus on  $2 \cdot (-e) = -2 \cdot 1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ C} = -3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

**9-8.** a) Kappaleen sähkövaraus on  $Q = \pm ne$ , josta

$$n = \frac{Q}{-e} = \frac{-4,2 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{-1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \approx 2,6 \cdot 10^{10},$$

eli kappaleessa on  $2,6 \cdot 10^{10}$  ylimääräistä elektronia.

b) Kappaleen sähkövaraus on  $Q = ne$ , josta

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{9,5 \cdot 10^{-12} \text{ C}}{1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \approx 5,9 \cdot 10^7, \text{ eli kappaleessa on } 5,9 \cdot 10^7 \text{:n}$$

elektronin vajoaus.

c) 1,0 miljardin elektronin sähkövaraus on

$$1,0 \cdot 10^9 \cdot (-e) = -1,0 \cdot 10^9 \cdot 1,602178 \cdot 10^{-19} \text{ C} \approx -0,16 \cdot 10^{-9} \text{ C}.$$

Kun pallosta poistetaan elektroneja, pallon sähkövaraus on positiivinen 0,16 nC.

**9-9.** Elektronit siirtyvät kahden samanlaisen metallipallon välillä, kunnes molemmissa palloissa on yhtä suuri sähkövaraus.

a) Pallojen sähkövaraukset yhdistämisen jälkeen ovat  $\frac{-10 \text{ nC} + 10 \text{ nC}}{2} = 0 \text{ nC}.$

Elektronit siirtyvät pallosta A palloon B.

b) Pallojen sähkövaraukset yhdistämisen jälkeen ovat  $\frac{-12,0 \text{ nC} + 17,0 \text{ nC}}{2} = 2,5 \text{ nC}.$

Elektronit siirtyvät pallosta A palloon B.

c) Pallojen sähkövaraukset yhdistämisen jälkeen ovat  $\frac{-10 \text{ nC} + 2 \text{ nC}}{2} = -4 \text{ nC}.$

Elektronit siirtyvät pallosta A palloon B.

d) Pallojen sähkövaraukset yhdistämisen jälkeen ovat  $\frac{-10 \text{ nC} + 0 \text{ nC}}{2} = -5 \text{ nC}.$

Elektronit siirtyvät pallosta B palloon A.