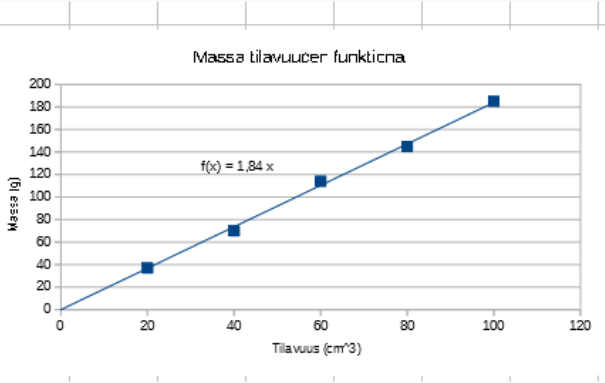


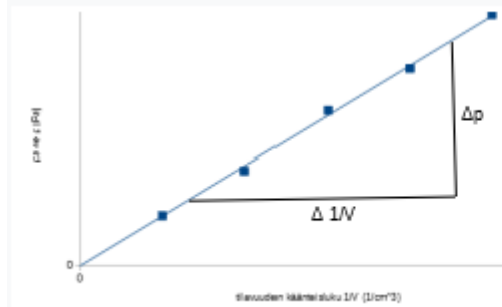
Fysiikan tentti; Ratkaisut

1	1600-luvulla Galilein mukana tuoma kokeellinen mittaus ja matematiikan käyttö teorioiden pohjana. Muita mm. Kopernikus ja Newton												
2	Vastausten tarkkuus (pyöristyssäännöt) Pituus: $2,55\text{m} - 1,6\text{m} = 0,95\text{m} \approx 1,0\text{m}$ Pinta-ala: $2,55\text{m} \cdot 0,35\text{m} = 0,8925\text{m}^2 \approx 0,89\text{m}^2$												
3	Kuvaajan piirtäminen, akselien valitseminen, akselien nimeäminen, yksiköiden lisääminen, kulmakertoimen määrittäminen. <table border="1" data-bbox="215 548 391 929"> <thead> <tr> <th>Tilavuus (cm³)</th> <th>Massa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>37</td></tr> <tr><td>40</td><td>70</td></tr> <tr><td>60</td><td>114</td></tr> <tr><td>80</td><td>145</td></tr> <tr><td>100</td><td>185</td></tr> </tbody> </table>  <p>Aineen tiheys kuvaajan fysikaalisesta kulmakertoimesta</p> $\rho = \frac{\Delta m}{\Delta V} = 1,84 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \approx 1,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	Tilavuus (cm ³)	Massa (g)	20	37	40	70	60	114	80	145	100	185
Tilavuus (cm ³)	Massa (g)												
20	37												
40	70												
60	114												
80	145												
100	185												
4	* Merkurius, Venus, Maa, Mars, Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus * Tähdet tuottavat oman valon, planeetat heijastavat tähtien valoa												
5	* Newton I - III (Nimeä ja selitä lait) * Newtonin III; Ei, sillä voimat vaikuttavat eri kappaleisiin												
6	Kuvaajan arvojen tulkitseminen ja vastauksen muodostaminen a) $x(A) = 40\text{m}$ $x(B) = 47\text{m}$ $x(C) = 57\text{m} - 40\text{m} = 17\text{m}$ pyöräilijä B on kulkenut pisimmän matkan b) B saavuttaa C:n kun kuviot leikkaavat. Kuviot leikkaavat hetkellä $t = 9\text{s}$ kohdassa $x = 70\text{m}$ c) Nopeus saadaan kuvaajan kulmakertoimesta hetkellä $t = 8,0\text{s}$ joka on suurin pyöräilijällä B d) Nopeudet ovat yhtäsuuret kun kuvaajalle piirretyt tangentit ovat samansuuntaisia, jotka ovat A:lla ja B:llä samat hetkellä $t = 3,0\text{s}$												
7	a) Vesi haihtuu vaatteista ja se ottaa tarvitsemansa energian iholta, jolloin ihon lämpötila laskee b) Pullo jäädyttää ympärillään olevaa ilmaa ja muuttaa myös ilman suhteellista kosteutta. Kastepisteessä ilmassa oleva höyry tiivistyy pinnoille.												
8	a) Hydrostaattinen paine, nesteen puristuskyky, paineen leviäminen tasaisesti ympäri nestettä b) Kiehumispisteen riippuvuus ulkoisesta paineesta c) Eristyskyky, lämmönjohtavuus, lämpötilojen tasoittuminen												

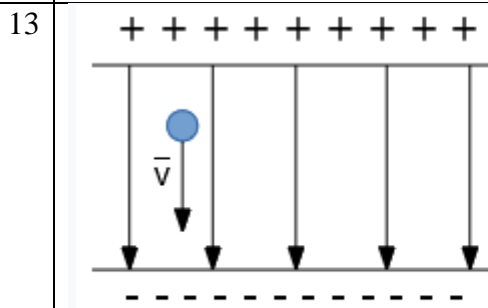
9	<p>a) I kiinteä kupari lämpenee II kupari saavuttaa sulamispisteen ja alkaa sulamaan nesteeksi, kestää kunnes koko kappale on sulanut III nestemäinen kupari lämpenee</p> <p>b) Tehon siirtyminen</p> $P = \frac{W}{t} = \frac{Q}{t}$ <p>Vaihe I</p> $P = \frac{Q}{t} = \frac{cm\Delta\Theta}{t} = \frac{0,387 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{C}} \cdot 0,376 \text{ kg} \cdot (1080^\circ\text{C} - 690^\circ\text{C})}{15 \cdot 60\text{s}}$ $= 63,0552\text{W} \approx 63\text{W}$ <p>Vaihe II</p> $P = \frac{Q}{t} = \frac{sm}{t} = \frac{205 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \cdot 0,376 \text{ kg}}{(35 - 15) \cdot 60\text{s}} = 64,233\text{W} \approx 64\text{W}$
10	<p>Oletetaan kalorimetrin lämpöalapsiteetti pieneksi ja systeemi muuten eristetyksi. Energian säilymislain mukaan</p> $Q_{\text{luov.}} = Q_{\text{vast.}}$ $Q_{\text{vesi}} = Q_{\text{mittari}}$ $cm\Delta t_v = C\Delta t_m$ $cm(t_A - t_L) = C\Delta t_m$ $cmt_A - cmt_L = C\Delta t_m$ $cmt_A = C\Delta t_m + cmt_L$ $t_A = \frac{C\Delta t_m + cmt_L}{cm} = \frac{C\Delta t_m}{cm} + t_L$ $t_A = \frac{18 \frac{\text{J}}{\text{C}} \cdot (47,5 \text{ C} - 19,2 \text{ C})}{4,19 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{C}} \cdot 0,070\text{kg}} + 47,5 \text{ C} = 49,2368 \text{ C} \approx 49,2 \text{ C}$
11	<p>Vakio lämpötila $T = (22 + 273,15\text{K}) = 295,15\text{K}$</p> <p>Vakio ainemäärä $n = 0,26 \cdot 10^{-3}$ moolia</p> <p>Muuttuva tilavuus ΔV ja paine Δp</p> <p>Idealikaasun yleinen tilanyhtälö</p> $pV = nRT$ <p>Kaasuvakio</p> $R = \frac{pV}{nT}$ <p>Koska R on vakio, ovat p ja V kääntäen verrannolliset $pV = \text{vakio}$. Kuvaajaa varten</p>

pitää laskea tilavuuden (tai paineen) käänteisluvut $\frac{1}{V}$ ja tehdään $\left(\frac{1}{V}, p\right)$ - kuvaaja

Määritetään suoran kulmakerroin, joka on $\frac{p}{\frac{1}{V}} = p : \frac{1}{V} = p \cdot V$

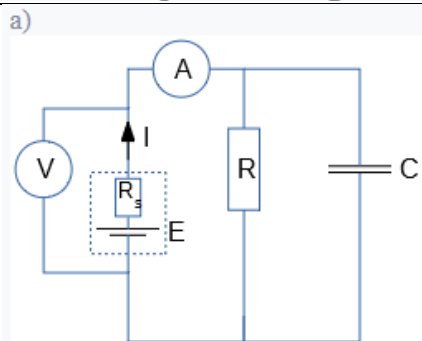


12 Säteileminen, konvektio, johtuminen



Kappale liikkuu kentän suuntaan joten se liikkuu pluslevyltä kohti miinuslevyä. Potentiaalienergia kasvaa, joten kappaleeseen tehdään kenttää vastaan työtä, jolloin sen varaus pitää olla negatiivinen

14



b) $E=4,5\text{V}$, $I=0,15\text{A}$, $R_s=2,2\Omega$, $C=0,48\mu\text{F}$

Tasavirta ei kulje kondensaattorin läpi, joten sitä osaa piiristä ei tarvitse huomioida.

Oletetaan virtamittarin resistanssi pieneksi ja jännitemittarin suureksi.

Kirchhoffin 2. laki

$$E - R_s I - RI = 0$$

$$R = \frac{E - R_s I}{I} = \frac{4,5\text{V} - 2,2\Omega \cdot 0,15\text{A}}{0,15\text{A}} = 27,8\Omega \approx 28\Omega$$

15

Kondensaattorin varaus

$$Q = CU$$

Jännite on sama kuin vastuksen jännite (tai lähteen napajännite)

$$U = RI = 27,8\Omega \cdot 0,15\text{A} = 4,17\text{V}$$

Jolloin varaus on

$$Q = 0,48 \cdot 10^{-6}\text{F} \cdot 4,17\text{A} = 2,0016 \cdot 10^{-6}\text{C} = 2,0\mu\text{C}$$

16	<p>a) Väärin. Sähkövirta on sovittu kulkemaan plus-navasta miinus-napaan kun todellisuudessa elektronit kulkevat vastakkaiseen suuntaan.</p> <p>b) Väärin. 4000 mAh, eli $4000 \cdot 10^{-3} \text{Ah}$, vastaa sähkövarausta mikä laitteella on.</p> $1\text{C}=1\text{As} \quad 4000\text{mAh}=4000 \cdot 10^{-3} \text{A} \cdot 3600\text{s}=14400\text{C}$
17	<p>Diodi on komponentti jonka läpi sähkövirta kulkee vain yhteen suuntaan.</p> <p>Diodi koostuu kahdesta osasta, p-tyypin johteesta ja n-tyypin johteesta. p-tyypissä kulkee positiivinen varaus (vapaa paikka) ja n-tyypissä negatiivinen varaus (elektroni). Kun nämä kaksi osaa ovat yhdessä pn-liitoksena ja kytketään väärinpäin piiriin, kasvaa rajapinnassa väli jossa ei ole varauksen kuljettajia ja oikeinpäin kytkettynä pienellä kynnysjännitteellä saadaan elektronit kulkeutumaan toiselle puolelle ja sähkövirta kulkee piirissä. (kirja s.139-140)</p> <p>Diodi voi olla valaistukseen ledi, säätöön zenerdiodi, anturina fotodiodi</p>
18	 <p>Mekaaninen energia</p> $E = E_p + E_k$ <p>a) Potentiaalienergian muutos</p> $\Delta E_p = \Delta (mgh) = mg \cdot \Delta h$ <p>Koska massa m ja putoamiskiihtyvyys g ovat samat, potentiaalienergian muutos riippuu vain korkeuden muutoksesta joka on molemmilla sama. Potentiaalienergia muuttuu yhtä paljon.</p> <p>b) Liike-energian muutos</p> $\Delta E_k = \Delta \left(\frac{1}{2} mv^2 \right) = \frac{1}{2} m \cdot \Delta v^2$ <p>Liike-energian muutos riippuu vain nopeuden muutoksesta. Molemmat ovat alussa paikallaan. Ilmanvastuksen takia höyhänen nopeus ei kasva kovin suureksi kun taas hiekanjyvän nopeus kasvaa. Hiekanjyvän nopeuden muutos on suurempi, joten sen liike-energian muutos on suurempi</p> <p>c) Mekaanisen energian muutos</p> $E = E_p + E_k$ <p>Molemmilla on alussa potentiaalienergiaa joka pudotessa muuttuu liike-energiaksi. Hiekanjyvän liike-energia lopussa on höyhentä suurempi, joten sen mekaanista energiaa häviää vähemmän. Höyhänen mekaaninen energia muuttuu enemmän.</p>
19	<p>Energian säilymlaki \Rightarrow Ilmanvastus on pieni.</p> <p>Gravitaatiolaki \Rightarrow ei vaikuta lähellä maanpintaa</p> <p>Newtonin II laki \Rightarrow Vastustavat voimat pieniä</p>
20	<p>a) Kokonaisvoima on positiivinen välillä 0m - 4m \Rightarrow laatikko kiihtyy</p> <p>Välillä 4m - 6m kokonaisvoima on nolla \Rightarrow laatikko etenee tasaisella nopeudella</p> <p>Välillä 6m - 8m kokonaisvoima on negatiivinen \Rightarrow laatikon nopeus hidastuu</p> <p>b) Liike-energia tulee tehdystä työstä</p>

$E_k = W = Fs$, mikä on kuvaajan fysikaalinen pinta-ala välillä $0\text{ m} - 5\text{ m}$.

$$E_k = 2,5\text{ m} \cdot 100\text{ N} + \frac{1,5\text{ m} \cdot 100\text{ N}}{2} = 250\text{ Nm} + 75\text{ Nm} \\ = 325\text{ Nm} \approx 330\text{ J}$$

- 21 a) Aluksi B paikallaan, sen paikka ei muutu. A kulkee tasaisella nopeudella kohti kappaletta B. Hetkellä $t=0,5\text{ s}$ A ja B törmäävät. Törmäyksen jälkeen molemmat kappaleet liikkuvat tasaisella nopeudella A:n alkuperäiseen suuntaan. B:n nopeus on suurempi kuin A:n alkuperäinen nopeus ja A:n hitaampi kuin alkuperäinen nopeus.

b) Oletetaan törmäys kimmoisaksi. Nopeudet suorien fysikaalisesta kulmakertoimesta ja $m_B=51\text{ g}$

$$v_A = \frac{0,8\text{ m} - 0\text{ m}}{0,5\text{ s} - 0\text{ s}} = 1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad u_A = \frac{1,0\text{ m} - 0,8\text{ m}}{1,0\text{ s} - 0,5\text{ s}} = \frac{0,2\text{ m}}{0,5\text{ s}} = 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_B = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad u_B = \frac{1,8\text{ m} - 0,8\text{ m}}{1,0\text{ s} - 0,5\text{ s}} = \frac{1,0\text{ m}}{0,5\text{ s}} = 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Kimmoisa törmäys, liikemäärä säilyy

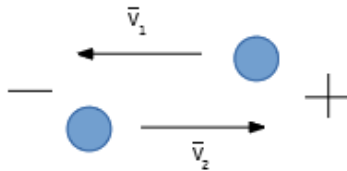
$P_{\text{alussa}} = P_{\text{lopussa}}$

$$m_A v_A + m_B v_B = m_A u_A + m_B u_B$$

$$m_A = \frac{m_B u_B - m_B v_B}{v_A - u_A} = \frac{51\text{ g} \cdot 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 51\text{ g} \cdot 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 0,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 85\text{ g}$$

- 22 Nopeus alussa tunnettu 100 km/h ja pallon massa $m = 150\text{ g}$.
Voima aiheuttaa liikemäärän muutoksen ja impulssin

$I = \Delta \vec{p} = m \Delta \vec{v} = m (\vec{v}_2 - \vec{v}_1)$ huomaa nopeuden muutoksessa suuntasopimukset



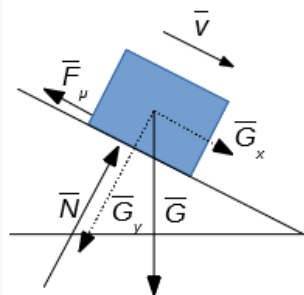
Missä impulssi $I = Ft$ eli kuvaajan fysikaalinen pinta-ala.

Pallon uusi nopeus on

$$I = m \vec{v}_2 - m \vec{v}_1$$

$$v_2 = \frac{I + m \vec{v}_1}{m} = \frac{I + m(-v_1)}{m} = \frac{I - m v_1}{m}$$

- 23



$$m = 220\text{ kg}, \quad F_\mu = 260\text{ N}, \quad \alpha = 12^\circ$$

Sovitaan alaspäin suunta positiiviseksi. Häkki kiihtyvässä liikkeessä, Newtonin II laki

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{G}_x + \vec{F}_\mu = m\vec{a}$$

$$G_x - F_\mu = ma$$

missä

$$\sin \alpha = \frac{G_x}{G} \Rightarrow G_x = G \sin \alpha = mg \sin \alpha$$

Jolloin

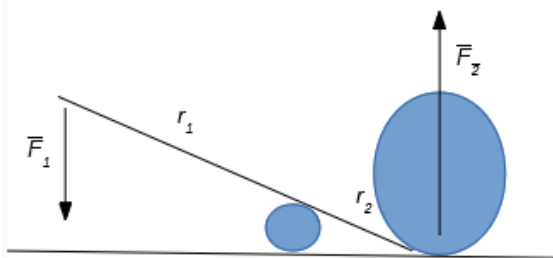
$$G_x - F_\mu = ma$$

$$mg \sin \alpha - F_\mu = ma \quad | : m$$

$$a = \frac{mg \sin \alpha - F_\mu}{m} = \frac{220 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \sin 12 - 260 \text{ N}}{220 \text{ kg}}$$

$$= 0,8577955 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 0,86 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

24



$m = 300 \text{ kg}$. Vivun pituus $2,0 \text{ m}$, joten

$$r_1 = 2,0 \text{ m} - 0,2 \text{ m} = 1,8 \text{ m} \text{ ja } r_2 = 0,2 \text{ m}$$

Tasapainotilanteessa momenttien summa on nolla, kun sovitaan vastapäivään suunta positiiviseksi

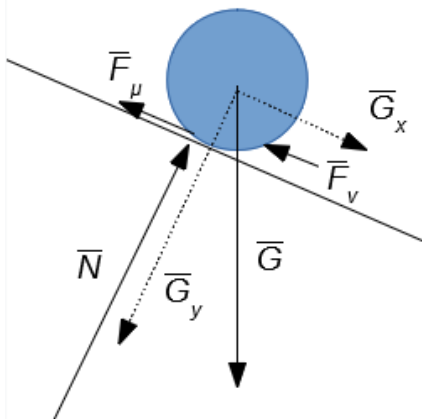
$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 = 0$$

$$M_1 - M_2 = 0$$

$$F_1 r_1 - F_2 r_2 = 0$$

$$F_1 = \frac{F_2 r_2}{r_1} = \frac{m g r_2}{r_1} = \frac{300 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,2 \text{ m}}{1,8 \text{ m}} = 327 \text{ N} \approx 330 \text{ N}$$

25

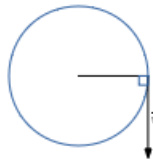


Painovoima G_x vie palloa alas tasoa. Vierimisvastus F_v (ja ilmanvastus F_i)

vastustaa vierimistä. Jos tason ja pallon välissä ei olisi kitkaa, liukuisi se alas \Rightarrow Kitkan aiheuttama

MOMENTTI pyörittää palloa akselin ympäri $M = F_\mu r$

26



a) Oikein. Kappale kulkee tangentin suuntaan jolloin myös nopeusvektori \vec{v} on tangentin suuntainen ja sädettä vastaan kohtisuorassa.

b) Väärin. Normaalikiiktyvyys riippuu ratanopeudesta $a = \frac{v^2}{r}$ joka muuttuu tangentialisessa

kiiktyvyudessa. Kokonaiskiiktyvyys muuttuu nopeuden muuttuessa $a = \sqrt{a_n^2 + a_t^2}$

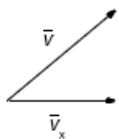
c) Väärin. Kokonaisvoima suuntautuu kokonaiskiiktyvyyden suuntaan. Jos kappaleella on tangentialista kiiktyvyyttä, on kokonaisvoimakin muualle kuin keskipisteeseen.

27

Oletetaan ilmanvastus pieneksi. Palloon kohdistuu lennon aikana vain pystysuora voima (painovoima) joten kiiktyvyyttä on vain pystysuunnassa. Pallon ylöspäin suuntautuva nopeus hidastuu ylös mentäessä

ja lakipisteessä sen nopeus ylöspäin on nolla $\Rightarrow v_y = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Vaakasuoraan nopeuteen ei vaikuteta

koko lennon aikana, joten se pysyy alusta loppuun samana.



Lakipisteessä vain vaakasuoraa nopeutta ja se on

$$\cos \alpha = \frac{v_x}{v} \Rightarrow v_x = v \cdot \cos \alpha = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \cos 30^\circ = 25,98 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 26 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

28

$$m = 1,0 \text{ kg}, T = 2,0 \text{ s}$$

Harmoninen värähtelijä, jousivakio k värähdysajan avulla

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$k = \frac{m \cdot 4\pi^2}{T^2} = 9,8696 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Venyä, kun venyttävä voima $F_v = 2,0 \text{ N}$

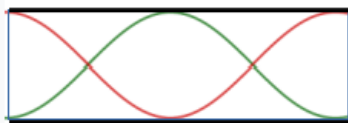
Tasapainotilanteessa $F_v = -F_j$ (venyttävä voima alaspäin, jousivoima ylöspäin)

Jousivoima $F_j = -kx$

$$x = -\frac{F}{k} = -\frac{-2,0 \text{ N}}{9,8696 \frac{\text{N}}{\text{m}}} = 0,20264 \text{ m} \approx 0,20 \text{ m} \text{ eli } 20 \text{ cm alaspäin}$$

29

Putken syntyy seisova aaltoliike kun putken päähän tuleva ilmapatsas heijastuu osittain takaisin. Avoimeen päähän pitää muodostua seisovan aaltoliikkeen kupu, umpinaiseen muodostuu solmukohta.



Aaltoliikkeen perusyhtälöstä $v = f\lambda$ saadaan perustaajuus $f_0 = \frac{v}{\lambda}$

Kun putken pituutta kasvatetaan, kasvaa myös perustaajuuden aallonpituus (ääninnopeus pysyy vakiona), jolloin taajuus pienenee ja ääni madaltuu

30	$m=420\,000\text{ kg}, h=360\text{ km}, v=27700\frac{\text{km}}{\text{h}}=7694,4444\frac{\text{m}}{\text{s}}$ <p>Maan säde $R=6370\text{ km}$ Korkeus Maan keskipisteestä $r=h+R=360000\text{ m}+6370000\text{ m}=6\,730\,000\text{ m}$</p> <p>Maan massa $M=5,974 \cdot 10^{24}\text{ kg}$, gravitaatiovakio $\gamma=6,67428 \cdot 10^{-11}\frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$</p> <p>Aseman mekaaninen energia muodostuu liike-energiasta ja gravitaatiokentän potentiaalienergiasta, joka on negatiivinen</p> $E = \frac{1}{2}mv^2 + \left(-\gamma\frac{mM}{r}\right)$ $= \frac{1}{2} \cdot 420000\text{kg} \cdot \left(7694,4444\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - 6,67428 \cdot 10^{-11}\frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \cdot \frac{420000\text{kg} \cdot 5,974 \cdot 10^{24}\text{kg}}{6730000\text{m}}$ $= -1,245012491 \cdot 10^{13}\text{J} \approx -12,5\text{ TJ}$
31	<p>* Valo on poikittaista aaltoliikettä. Ääni pääsääntöisesti pitkittäistä, kiinteässä aineessa se voi olla myös poikittaista.</p> <p>* Valo on sähkömagneettista aaltoliikettä, ääni mekaanista.</p> <p>* Valo ei tarvitse väliainetta, ääni tarvitsee</p> <p>* Valoon voi vaikuttaa polarisaattorilla, ääneen ei</p> <p>* Valonnopeus on suuri äänennopeuteen verrattuna</p> <p>* Valo hidastuu tullessa väliaineeseen, äänen nopeuden muutos riippuu väliaineista. Esim. Valo hidastuu tullessa ilmasta veteen kun äänen nopeus kasvaa</p>
32	<p>Veden taitekerroin on 1,33 ja ilman 1,00. Tämä tarkoittaa että valonnopeus hidastuu veteen mentäessä ja valo taittuu kohti normaalia.</p>
33	<p>Ei. Magneettikenttä vaikuttaa vain toiseen magneettiin. Paikallaan oleva varaus ei luo ympärilleen magneettikenttää joten ulkoinen kenttä ei vaikuta siihen mitenkään.</p> <p>Liikkeessä oleva varattu hiukkanen loisi ympärilleen myös magneettikentän.</p>
34	<p>a) Vaihtovirran ja -jännitteen teholliset arvot ovat yhtä suuret kuin saman arvoisen tasavirran ja -jännitteen tuottamat samanlaiset vaikutukset. Vaihtovirta lämmittää vastusta tietyllä teholla, tehollinen virta on yhtä suuri kuin yhtä paljon lämmittävä tasavirran arvo \Rightarrow käytännössä vaihtovirran (-jännitteen) hetkellinen arvo on suurempi kuin tehollinen arvo, mikä pitää ottaa huomioon</p> <p>b) Käämin induktanssi on käämin kyky vastustaa sähkövirran muutosta</p> <p>c) Pyörrevirta on magneettikentässä liikkuvaan johdelevyyn indusoituvia sähkövirtoja jotka vastustavat magneettivuon muutosta. Sähkövirrat liikkuvat pyörteisesti</p>
35	<p>Käämi vastustaa magneettikentän muutosta ja siihen indusoituu jännite, joka pyrkii ylläpitämään sähkövirtaa. Tämä tarvitsee suljetun piirin joka kulkee molempien lamppujen kautta. Lamput sammuvat hitaammin, mutta yhtä aikaa.</p>
36	<p>Kaikeaa ei voitu selittää klassisen fysiikan avulla, erityisesti atomitasolla</p> <p>* Mustan kappaleen säteily \Rightarrow Energian kvantittuminen</p> <p>* Valosähköinen ilmiö</p> <p>* Comptonin sironta \Rightarrow Säteilyn ja aineen dualistinen luonne</p> <p>* Atomimallit</p>
37	<p>Sähkömagneettinen-, gravitaatio-, vahva- ja heikkovuorovaikutus</p>

38	${}_{82}^{208}\text{Pb} + {}_{26}^{58}\text{Fe} \rightarrow {}_{108}^{265}\text{Hs} + {}_0^1\text{n}$
39	<p>${}_{90}^{230}\text{Th}$ on α-aktiivinen aine</p> ${}_{90}^{230}\text{Th} \rightarrow {}_{88}^{226}\text{Ra} + {}_2^4\text{He}$ <p>Massavaje</p> $\Delta m = (m(\text{Th}) - 90 \cdot m_e) - (m(\text{Ra}) - 88 \cdot m_e + m(\text{He}) - 2 \cdot m_e)$ $= m(\text{Th}) - m(\text{Ra}) - m(\text{He})$ $= 230,033127u - 226,025402u - 4,0026033u = 5,1217 \cdot 10^{-3}u$ <p>Reaktioenergia</p> $Q = \Delta mc^2 = 5,1217 \cdot 10^{-3}u \cdot c^2 = 5,1217 \cdot 10^{-3} \cdot 931,49432 \frac{\text{MeV}}{c^2} \cdot c^2$ $= 4,770834459 \text{ MeV} \approx 4,77 \text{ MeV}$
40	<p>* Jarrutussäteily * Ominaisäteily Niiden synty</p>
41	<p>Valosähköinen ilmiö on sähkömagneettisen säteilyn aiheuttamaa elektronien irtoamista metallin pinnasta</p>