

Teknisiä merkintöjä: FYS

Sivu: 1 (16)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

Päähaku, fysikaalisten tieteiden kandiohjelma

Valintakoe 9.5.2018 klo 14.00–17.00

Kirjoita henkilö- ja yhteystietosi tekstaamalla.

Kirjoita nimesi latinalaisilla kirjaimilla (abcd...), älä esimerkiksi kyrillisillä kirjaimilla (абгд...).

Jos sinulla ei ole suomalaista henkilötunnusta, kirjoita sen asemesta syntymäaikasi.

Kirjoita henkilötiedot kaikille sivuille

Sukunimi	
Kaikki etunimet	
Henkilötunnus	
Sähköpostiosoite	
Puhelinnumero	

Tarkista sivunumeroiden avulla, että olet saanut kaikki sivut.

Kirjoita alla olevaan laatikkoon nimikirjoituksesi merkinä siitä, että olet tarkistanut edellä mainitut asiat.

Nimikirjoitus	
---------------	--

Jos haluat, että tehtäviin kirjoittamasi vastaukset arvostellaan, jätä alla oleva laatikko tyhjäksi.

Jos haluat, että tehtäviin kirjoittamiasi vastauksia ei arvostella, kirjoita alla olevaan laatikkoon teksti "*Haluan, että vastauksiani ei arvostella*". Tässä tapauksessa saat vastauksistasi nolla pistettä.

Arvostelusta luopuminen	
-------------------------	--

Teknisiä merkintöjä: FYS

Sivu: 2 (16)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

wvc

Lue huolellisesti kaikki ohjeet läpi

- Tarkista, että saamassasi koenipussa on kansilehden ja ohjesivujen (sivut 1–4) lisäksi:
 - kysymys- ja vastausosio (sivut 5–15)
 - liite (sivu 16)
 - yksi ruutupaperiarkki omia muistiinpanoja varten (konseptipaperi).
- Tehtävien vastaukset kirjoitetaan kysymys- ja vastausosioon.
- **Tarkista, että olet kirjoittanut nimesi ja henkilötunnuksesi kaikkiin vastauslomakkeisiin.**
- Kirjoita vastauksesi
 - suomeksi tai ruotsiksi. Muilla kielillä kirjoitettuja vastauksia ei huomioida arvostelussa.
 - koemonisteelle. Kirjoita kukin vastaus sille varattuun tilaan. Arvostelija ei huomioi merkintöjä, jotka ovat vastaukselle varatun tilan ulkopuolella.
 - lyijykynällä ja selvällä käsialalla. Arvostelija tulkitsee tulkinnanvaraiset merkinnät vähiten pisteitä tuottavan vaihtoehdon mukaisesti.
- Älä kirjoita vaihtoehtoisia vastauksia. Jos kirjoitat vaihtoehtoisia vastauksia, arvostelussa huomioidaan vain vastaus, josta saat vähiten pisteitä.
- Voit luonnostella vastauksiasi ruutupaperille. Ruutupaperille tekemiäsi merkintöjä ei huomioida arvostelussa. Olet saanut yhden arkin ruutupaperia. Voit tarvittaessa pyytää lisää ruutupaperia valvojalta.
- Pidä koemateriaalisi niin, että lähelläsi istuvat hakijat eivät pysty katsomaan vastauksiasi ja merkintöjasi.

Pisteyttäminen

Valintakoe pisteytetään asteikolla 0-50. Tehtäväkohtaiset pisteet on ilmoitettu osan/tehtävän kohdalla.

Valintakoekirjallisuus

Valintakokeen tehtävät perustuvat lukion fysiikan pakollisiin ja valtakunnallisiin syventäviin kursseihin (7 kurssia, lukion opetussuunnitelman perusteet 2015 mukaisesti).

Jos haluat valvojan huomion



Jos haluat valvojan huomion, niin nosta kätesi. Valvoja tulee luoksesi. Kerro asiasi valvojalle hiljaisella äänellä.

Jos haluat käydä vessassa



Voit käydä vessassa valvojan saattamana. Valvoja saattaa vessaan vain yhden kokelaan kerrallaan.

Useimpien koesalien läheisyydessä on vain kaksijakoisen sukupuolijärjestelmän mukaisia vessoja. Tämän vuoksi sinua vessaan saattavan valvojan on oltava miespuolinen, jos haluat käydä miehille tarkoitetussa vessassa, ja naispuolinen, jos haluat käydä naisille tarkoitetussa vessassa.

Jos haluat käydä vessassa, toimi seuraavasti:

1. Tarkista, että koesalissa on vähintään kaksi valvojaa ja että vähintään yksi valvojista on sellainen, joka voi saattaa sinut vessaan. Jos nämä ehdot eivät täyty, odota, että tilanne muuttuu.
2. Käännä esiin tämän kansilehti- ja ohjesivun sivu 2, jossa on isolla fontilla merkintä WC, ja nosta sitten nippu pystyyn teksti itsestäsi pois päin siten, että valvoja huomaa sinut ja tulee luoksesi. Odota kärsivällisesti. Valvoja ei välttämättä voi saattaa sinua vessaan heti. Valvoja ei myöskään välttämättä vie kokelaita vessaan samassa järjestyksessä, jossa kokelaat ilmoittivat tarpeestaan käydä vessassa.
3. Kun valvoja antaa sinulle merkin, kerää koepaperisi konseptiarkin sisälle ja jätä nippu pöydälle ja seuraa valvojaa vessaan.

Kun aiot palauttaa koepaperit

Kun aiot palauttaa koepaperit, järjestä paperit konseptiarkin sisälle samaan järjestykseen, jossa paperit sait.

Kun lähdet palauttamaan koepapereita, ota mukaasi kaikki tavarat, jotka olet istumapaikalle vienyt, jotta sinun ei tarvitsisi palata noutamaan kyseisiä tavaroita.

Palauta kaikki saamasi koepaperit, myös suttupaperit, salin etuosassa olevalle valvojalle.

Palauta kaikki paperit, vaikket olisikaan tehnyt joitakin tehtäviä tai mitään tehtäviä. Todista henkilöllisyytesi, kun palautat paperit. Muista koepaperinipun kansilehden allekirjoitus. Kokeeseen osallistuminen ja koepapereiden palautus merkitään palautuksen yhteydessä osallistujalistaan kokeen valvojan toimesta. Tarvittaessa saat kokeen valvojalta erillisen todistuksen valintakokeeseen osallistumisesta.

Teknisiä merkintöjä: FYS

Sivu: 5 (16)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

Tehtävä 1 (8 pistettä)

Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin.

- a) Mistä hiukkasista (nukleoneista) atomydin koostuu?
- b) Miten saman alkuaineen isotoopit eroavat toisistaan?
- c) Mitä säteilyä syntyy atomytimien viritystilan purkautuessa?
- d) Mistä Auringon säteilemä energia on peräisin?
- e) Mikä on Aurinkokuntaa koossa pitävä perusvuorovaikutus?
- f) Mitä voidaan päätellä tähtien spektriviivoissa havaitun punasiirtymän perusteella?

Teknisiä merkintöjä: FYS

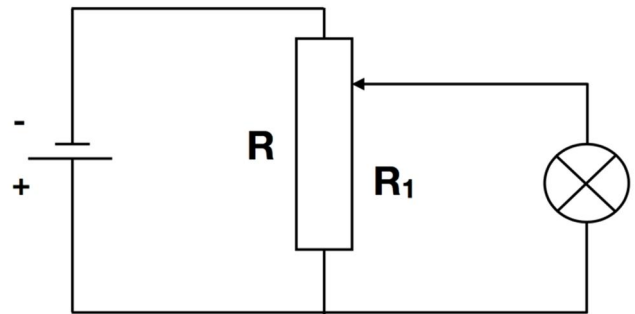
Sivu: 6 (16)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

Tehtävä 2 (12 pistettä)

Lamppu kytketään säätövastuksen välityksellä 12 V:n akkuun oheisen kytkentäkaavion mukaisesti. Säätövastuksen kokonaisresistanssi R on 32 Ω . Kun säätövastuksen liukukytin on asetettu siten, että R_1 on 28 Ω (kuva), lampun napojen välinen jännite on 4,5 V. Kuinka monta prosenttia akusta otetusta tehosta kuluu tällöin lampussa? Akun sisäinen resistanssi on hyvin pieni.



Teknisiä merkintöjä: FYS

Sivu: 8 (16)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

Large empty rectangular area for drawing or writing.

Teknisiä merkintöjä: FYS

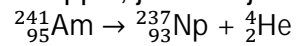
Sivu: 9 (16)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

Tehtävä 3 (18 pistettä)

Palovaroittimessa on α -aktiivista ^{241}Am -isotooppia, jonka hajoamisreaktio on



- Palovaroittimen ^{241}Am -aktiivisuus on 38 kBq. Kuinka monta grammaa ^{241}Am -isotooppia varoittimessa on?
- Varoitin lakkaa toimimasta, jos sen aktiivisuus laskee alle 25 kBq. Kuinka kauan aikaa tähän kuluu?
- Laske alfahiukkasen kineettinen energia ^{241}Am -isotoopin alfahajoamisessa. ^{241}Am -isotoopin puoliintumisaika on 432 a ja sen atomimassa on 241,05682 u. Neptuniumin atomimassa on 237,048167 u ja Heliumin 4,0026033 u.

Teknisiä merkintöjä: FYS

Sivu: 11 (16)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

Large empty rectangular area for drawing or writing.

Teknisiä merkintöjä: FYS

Sivu: 12 (16)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

Large empty rectangular area for drawing or writing.

Tehtävä 4 (12 pistettä)

Vaakasuoralla radalla on levossa kaksi herkkäliikkeistä vaunua, joiden massat ovat 250 g ja 750 g. Vaunujen väliin laitetaan irrallinen kevyt jousi, jonka jousivakio on 220 N/m. Vaunuja painetaan yhteen siten, että jousi lyhenee lepopituudestaan 4,0 cm. Vaunut päästetään yhtä aikaa irti.

- Laske vaunujen alkukiihtyvyydet.
- Laske vaunujen saamat loppunopeudet.



Teknisiä merkintöjä: FYS

Sivu: 14 (16)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

Empty rectangular area for drawing or writing.

Teknisiä merkintöjä: FYS

Sivu: 15 (16)

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

Kaavoja:

$$I = U/R$$

$$P = UI$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$\eta = P_a/P_o$$

$$F = ma$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E = mc^2$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$$

$$N = e^{-\lambda t} N_0$$

$$A = -\frac{dN}{dt}$$

$$N = \frac{m}{M} N_A$$

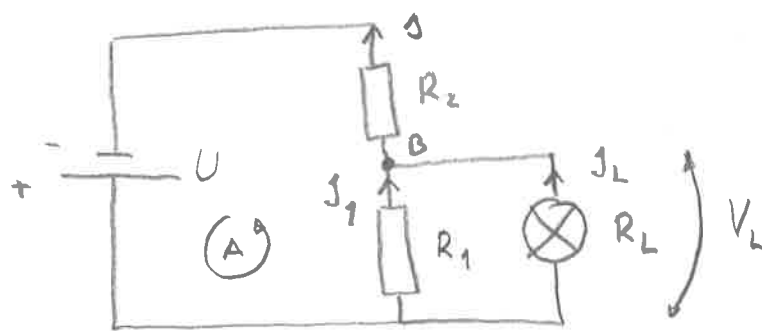
$$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$u \cdot c^2 = 931,49 \text{ MeV}$$

Hyvän vastauksen piirteet:

1. a) protonit , neutronit (2 p)
- b) ytimessä sama määrä protoneita , mutta eri määrä neutroneita (1 p)
- c) gamma säteilyä (1 p)
- d) atomiydinten fuusiossa syntynestä massavajeesta (2 p)
 $\Delta E = \Delta m c^2$ mukana
- e) gravitaatiovuonovaihtus (1 p)
- f) tähden nopeus havaitsijasta pois päin (1 p)

2



$$U = 12V$$
$$R_1 = 28\Omega$$
$$V_L = 4,5V$$

Kirchoff II lain mukaan A-reitillä (1p)

$$U - V_L - V_2 = 0 \Rightarrow V_2 = U - V_L \quad (1p)$$

Ohmin lain mukaan piirissä kulkee kokonaisvirta (1p)

$$J = \frac{V_2}{R_2} \quad (1p)$$

Tekijän arvon mukaan $R_2 + R_1 = 32\Omega \Rightarrow R_2 = 32\Omega - 28\Omega = 4\Omega$ (1p)

Vastuksessa 1 virta on Ohmin lain mukaan

$$J_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{V_L}{R_1} \quad (1p)$$

Kirchoffin I lain mukaan pisteen B (1p)

$$J = J_1 + J_2 \Rightarrow J_2 = J - J_1 \quad (1p)$$

Lampussa teho $P_L = V_L \cdot I_L$ (1)

koko piirin teho $P = U \cdot I$ (1)

Lampussa kuitetun tehon osuus

$$\frac{P_L}{P} = \frac{V_L I_L}{U I} \quad (1)$$

Lukuarvot : $V_2 = 12V - 4,5V = 7,5V$

$$I = \frac{7,5V}{4\Omega} = 1,875 A$$

$$I_1 = \frac{4,5V}{28\Omega} \approx 0,1607... A$$

$$I_L = I - I_1 \approx 1,714... A$$

$$P_L = 7,714 W$$

$$P = 22,5 W$$

$$\frac{P_L}{P} \approx 0,34 \quad (1)$$

3. a) (6p) Aktiivisten ydinten lukumäärä noudattaa hajoamislakia

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad (1p)$$

Kun puolet ytimistä hajoaa $\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}}$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \quad (1p)$$

Aktiivisuus $A(t) = -\frac{dN}{dt} = +\lambda N(t)$ hetkellä 0

$$A_0 = \lambda N_0 \quad (1p)$$

ydinten lukumäärä ilmaistuna massan avulla

$$N_0 = \frac{m}{M} \cdot N_A$$

missä M on moolimassa (1p)
 \uparrow N_A Avogadron luku

$$\Rightarrow A_0 = \lambda \frac{m N_A}{M} = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \frac{m N_A}{M}$$

$$\Rightarrow m = \frac{A_0 M T_{1/2}}{\ln 2 N_A} \quad (1p) = 2,98899 \cdot 10^{-7} \text{ g}$$

$$= 0,30 \text{ } \mu\text{g} \quad (1p)$$

$$A_0 = 38 \cdot 10^3 \text{ Bq}$$

$$M = 241 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$T_{1/2} = 432 \text{ a.} \cdot 365 \frac{\text{d}}{\text{a}} \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{d}} \cdot 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \approx 13,62 \cdot 10^9 \text{ s}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$$

$$b) \text{ (30)} \quad A(t) = \lambda N(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t} \quad (1p)$$

$$\text{tztz} \quad -\lambda t = \ln \frac{A(t)}{A_0}$$

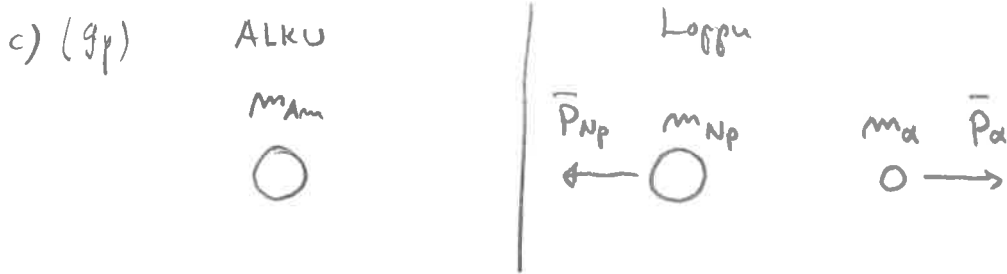
$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{A_0}{A(t)} = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln \frac{A_0}{A(t)} \quad (1p)$$

$$\text{myt} \quad A_0 = 38 \text{ kBq}$$

$$A(t) = 25 \text{ kBq}$$

$$t = \frac{432 \text{ a}}{\ln 2} \cdot \ln \frac{38 \text{ kBq}}{25 \text{ kBq}}$$

$$= 260,96 \text{ a} \approx 261 \text{ a} \quad (1p)$$



Energian säilymistä, kun Np ja α ovat kaukana (1p)
 toisistaan, jolloin niiden välisen vv. pot. energian $U \approx 0$

$$E_A = E_L$$

$$m_{Am} c^2 = (m_{Np} + m_\alpha) c^2 + K_{Np} + K_\alpha$$

$$K_{Np} + K_\alpha = (m_{Am} - m_{Np} - m_\alpha) c^2 = \Delta m c^2 \quad (1p)$$

Liikemääri säilyy ulkoisten voimien puuttessa:

$$\bar{p}_A = \bar{p}_L$$

$$0 = \bar{p}_{Np} + \bar{p}_\alpha \Leftrightarrow \bar{p}_{Np} = -\bar{p}_\alpha \quad (1p)$$

oletetaan operaatiosten tarkastelun miittä, $p_{Np} = p_\alpha$

$$K_\alpha = \frac{p_\alpha^2}{2m_\alpha} \quad (1p)$$

$$K_{Np} = \frac{p_{Np}^2}{2m_{Np}} = \frac{p_\alpha^2}{2m_{Np}} = \frac{2m_\alpha K_\alpha}{2m_{Np}} = \frac{m_\alpha}{m_{Np}} K_\alpha \quad (1p)$$

Näin ollen

$$K_{Np} + K_\alpha = \Delta m c^2$$

$$\left(\frac{m_\alpha}{m_{Np}} + 1 \right) K_\alpha = \Delta m c^2$$

$$K_{\alpha} = \frac{\Delta m c^2}{1 + \frac{m_{\alpha}}{m_{\text{up}}}} \quad (1p)$$

luku arvot:

$$\Delta m = (241,05682 \text{ u} - 237,048167 \text{ u} - 4,0026033 \text{ u})$$

$$\approx 0,0060497 \text{ u}$$

$$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

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

$$K_{\alpha} = 8,9 \cdot 10^{-13} \text{ J} \approx 5,5 \text{ MeV} \quad (1p)$$

tarkas lasken
oikein laskin: onko α -hiukkasen epärelativistinen tarkastelu

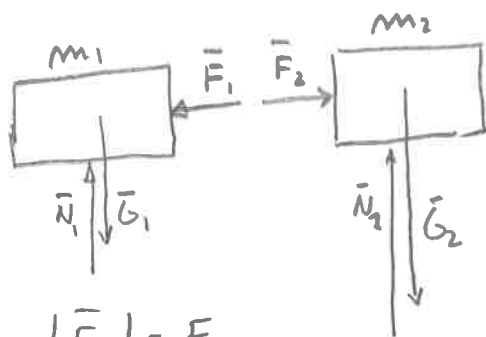
$$\frac{K_{\alpha}}{m_{\alpha} c^2} \approx 0,0015 \ll 1 \quad \text{pieni oli oikein laskettu.} \quad (1p)$$

4a) Joustus punstaerokkeen sen molempiin päihin
 vaikuttaa voimat, niiden suuruus saadaan
 purinvoiman laista (1p)

$$F = k \Delta x \quad (\approx 8,8 \text{ N}) \quad (1p)$$

Newtonin III lain mukaan jousi vaikuttaa vauhtien
 ystä suurilla voimilla, kun joustus punstareita vauhtia (1p)
 puoleen.

Alkutilanteesta vapaaheijasteisuus:



missä $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = F$ (1p)

Vaaka suora liikutyhti aiheuttavat vain vaaka suorat voimat.
 Kithan ollessa vähästä vauhtien liikehtilön vaaka suorat
 komponentit ovat, NII mukaan

$$(1p) \begin{cases} m_1 a_{1x} = -F \\ m_2 a_{2x} = F \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_{1x} = -\frac{F}{m_1} = -\frac{k \Delta x}{m_1} \\ a_{2x} = +\frac{F}{m_2} = +\frac{k \Delta x}{m_2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} a_1 = -35,2 \text{ m/s}^2 & \text{(vasemmalle)} \\ a_2 = 11,7 \text{ m/s}^2 & \text{(oikealle)} \end{cases} \quad (1p)$$

b) Mekaanisen energian periaatteen mukaan mekaaninen energia säilyy ja siksi jousen potentiaalienergia muuttuu vaurheen liike-energiaksi (1p)

$$U_j = K_1 + K_2, \text{ missä } U_j = \frac{1}{2} k(\Delta x)^2 \quad (1p)$$

Liikemäärä säilyy, mille systeemin (vaurheet + ponnin) vaikutusten ulkoisten voimien ($\vec{N} + \vec{G}$) summa on nolka. (1p)

$$0 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \Rightarrow \vec{p}_1 = -\vec{p}_2$$

$$p_1 = p_2$$

Näin ollen

$$K_1 = \frac{p_1^2}{2m_1}$$

$$K_2 = \frac{p_2^2}{2m_2} = \frac{p_1^2}{2m_2} = \frac{m_1}{m_2} K_1 \quad (1p)$$

Täten

$$U_j = K_1 + K_2 = K_1 \left(1 + \frac{m_1}{m_2}\right) \Rightarrow K_1 = \frac{U_j}{1 + \frac{m_1}{m_2}} = U_j \frac{m_2}{m_1 + m_2}$$

$$K_2 = \frac{m_1}{m_2} K_1 = U_j \frac{m_1}{m_1 + m_2}$$

nopeudet ovat

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = K_1 \rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2K_1}{m_1}} = -\sqrt{\frac{2U_j}{m_1} \frac{m_2}{m_1 + m_2}} \quad (1p)$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2K_2}{m_2}} = +\sqrt{\frac{2U_j}{m_2} \frac{m_1}{m_1 + m_2}}$$

lukumäärät

$$v_1 \approx -1,03 \text{ m/s}$$

(vasemmalle)

$$v_2 \approx 0,34 \text{ m/s}$$

(oikealle)

(1p)