

Tekniska anteckningar: FYS

Sida: 1 (16)

Namn: _____

Personbeteckning: _____

Huvudansökan, kandidatprogrammet i fysikaliska vetenskaper

Urvalsprov 9.5.2018 kl. 14.00–17.00

Skriv ditt namn och dina personuppgifter med tryckbokstäver.

Skriv ditt namn med latinska bokstäver (abcd...), inte till exempel med kyrilliska bokstäver (абгд...).

Om du inte har en finländsk personbeteckning, skriver du istället din födelsetid.

Skriv dina personuppgifter på alla provpapper

Efternamn	
Förnamn (alla)	
Personbeteckning	
E-postadress	
Telefon	

Kontrollera med hjälp av sidnumren att du har fått alla sidor.

Skriv din namnteckning i fältet nedan för att visa att du har kontrollerat ovan nämnda saker.

Namnteckning	
--------------	--

Om du vill att dina provsvar bedöms, lämna det nedanstående fältet tomt.

Om du inte vill att dina provsvar bedöms, skriv följande text i fältet nedan: "*Jag vill inte att mina provsvar bedöms*". I detta fall får du noll poäng i provet.

Att avstå från bedömning	
--------------------------	--

Tekniska anteckningar: FYS

Sida: 2 (16)

Namn: _____

Personbeteckning: _____

wvc

Läs noggrant igenom alla anvisningar

- Kontrollera att ditt provkompendium utöver titelbladet och anvisningarna (sida 1–4) innehåller följande sidor:
 - provfrågor och svarsfält (sida 5–15)
 - bilaga (sida 16)
 - ett konceptpapper för egna anteckningar.
- Frågor besvaras på pappret med frågor och svarsfält.
- **Kontrollera att du har skrivit ditt namn och din personbeteckning på alla svarsblanketter.**
- Skriv dina provsvar
 - på finska eller svenska. Svar som har skrivits på andra språk bedöms inte.
 - på provkompendiet. Skriv varje svar i frågans svarsfält. Anteckningar som skrivits utanför svarsfältet beaktas inte i bedömningen.
 - med blyertspenna och med tydlig handstil. Otydliga anteckningar bedöms enligt det alternativet som ger minst poäng.
- Skriv inte alternativa svar. Om du skriver alternativa svar, beaktas endast det svar som ger minst poäng.
- Du kan planera dina svar och skriva egna anteckningar på konceptpappret. Anteckningarna på konceptpappret beaktas inte i bedömningen. Du har fått ett konceptpappersark. Du kan få mera konceptpapper av övervakaren.
- Placera ditt provmaterial så att deltagare som sitter nära dig inte kan se dina svar och anteckningar.

Poäng

Urvalsprovet poängsätts på skalan 0–50. Om det ges poäng separat per uppgift, anges detta vid uppgiften.

Litteraturen till urvalsprovet

Uppgifterna i urvalsprovet baserar sig på gymnasiets obligatoriska och nationella fördjupade kurser i fysik (7 kurser enligt Grunderna för gymnasiets läroplan 2015).

Om du vill påkalla övervakarens uppmärksamhet



Om du vill påkalla övervakarens uppmärksamhet, ska du höja armen. Övervakaren kommer då fram till dig. Säg ditt ärende till övervakaren med låg röst.

Om du vill gå på toaletten



Du kan besöka toaletten ledsagad av en övervakare. Övervakarna följer en provdeltagare åt gången till toaletten.

De flesta provsalar har endast sådana toaletter i närheten som följer den traditionella könsindelningen i dam- och herretoaletter. Därför måste den övervakare som följer dig vara en man om du vill besöka herrtoaletten och en kvinna om du vill besöka damtoaletten.

Gör så här om du vill besöka toaletten:

1. Kontrollera att det finns minst två övervakare i salen och att minst en är en person som kan följa dig till toaletten. Om dessa kriterier inte uppfylls, vänta tills situationen har ändrats.
2. Ta fram sidan 2 med texten WC med stor font och håll upp pappret så att övervakaren kan se texten och kommer fram till dig. Vänta tålmodigt. Övervakaren kan kanske inte följa dig till toaletten genast. Övervakaren kan inte heller nödvändigtvis följa provdeltagarna till toaletten i den ordning de anmäler sitt behov.
3. När övervakaren ger dig ett tecken, samla ihop dina provpapper och lägg dem innanför konceptpappret, och följ sedan övervakaren till toaletten.

När du vill lämna in ditt prov

När du vill lämna in provet, lägg in dina provpapper innanför konceptpappret i samma ordning som du fick dem.

När du går för att lämna in provet, ta med alla dina saker från din plats så att du inte behöver gå tillbaka för att hämta dem.

Lämna in alla provpapper, också konceptpappret, till övervakaren i salens främre del.

Lämna in alla papper, även om du har lämnat vissa eller alla uppgifter obesvarade. Bevisa din identitet när du lämnar in provpappren. Kom ihåg att skriva din namnteckning på provkompendiets titelblad. I samband med att du lämnar in dina provpapper antecknar övervakaren att du har deltagit i och lämnat in provet. Övervakaren kan ge dig ett separat intyg över att du deltagit i provet om du behöver det.

Uppgift 1 (8 poäng)

Svara kort på följande frågor.

- a) Av vilka partiklar (nukleoner) består atomkärnan?
- b) Hur skiljer sig isotoper av samma grundämne från varandra?
- c) Viket slag av strålning uppkommer då en exciterad atomkärna övergår till ett lägre energitillstånd?
- d) Vad är ursprunget till den energi som solen utstrålar?
- e) Viken grundläggande växelverkan håller samman solsystemet?
- f) Vilken slutsats kan man dra av den rödförskjutning som observeras hos stjärnors spektrallinjer?

Tekniska anteckningar: FYS

Sida: 6 (16)

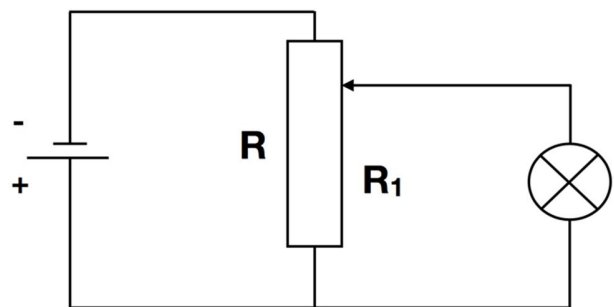
Namn: _____

Personbeteckning: _____

Empty rectangular box for technical notes.

Uppgift 2 (12 poäng)

En lampa kopplas via ett regleringsmotstånd till en 12 V:s ackumulator enligt vidstående kopplingschema. Regleringsmotståndets totala resistans R är 32 Ω . Då regleringsmotståndets glidkontakt har placerats på sätt att R_1 är 28 Ω (figur), är spänningen mellan lampans poler 4,5 V. Hur många procent av ackumulators effekt förbrukas då av lampan? Ackumulators inre resistans är mycket liten.



Tekniska anteckningar: FYS

Sida: 8 (16)

Namn: _____

Personbeteckning: _____

Empty rectangular box for technical notes.

Tekniska anteckningar: FYS

Sida: 9 (16)

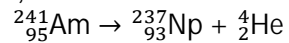
Namn: _____

Personbeteckning: _____

Empty rectangular area for technical notes.

Uppgift 3 (18 poäng)

En brandvarnare är α -aktiva isotopen ^{241}Am , vars sönderfallsreaktion är



- Aktiviteten för ^{241}Am i brandvarnaren är 38 kBq. Hur många gram av ^{241}Am -isotopen innehåller brandvarnaren?
- Varnaren slutar fungera om aktiviteten sjunker under 25 kBq. Hur lång tid tar detta?
- Beräkna α -partikelns kinetiska energi i α -sönderfallet av ^{241}Am -isotopen. ^{241}Am -isotopens halveringstid är 432 a och dess atommassa är 241,05682 u. Neptunium-isotopens atommassa är 237,048167 u och Helium atommassa är 4,0026033 u.

Tekniska anteckningar: FYS

Sida: 11 (16)

Namn: _____

Personbeteckning: _____

Empty rectangular box for technical notes.

Tekniska anteckningar: FYS

Sida: 12 (16)

Namn: _____

Personbeteckning: _____

Empty rectangular area for technical notes.

Uppgift 4 (12 poäng)

På en vågrät bana finns i vila två lättroliga vagnar, vars massor är 250 g och 750 g. Mellan vagnarna placeras en fristående, lätt fjäder, vars fjäderkonstant är 220 N/m. Vagnarna trycks mot varandra så, att fjädern blir 4,0 cm kortare i förhållande till sin vilolängd. Vagnarna släpps samtidigt fria.

- Beräkna vagnarnas begynnelseaccelerationer.
- Beräkna vagnarnas sluthastigheter.



Tekniska anteckningar: FYS

Sida: 14 (16)

Namn: _____

Personbeteckning: _____

Empty rectangular box for technical notes.

Tekniska anteckningar: FYS

Sida: 15 (16)

Namn: _____

Personbeteckning: _____

Empty rectangular box for technical notes.

Formler:

$$I = U/R$$

$$P = UI$$

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

$$\eta = P_a/P_o$$

$$F = ma$$

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

$$E = mc^2$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

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

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

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

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

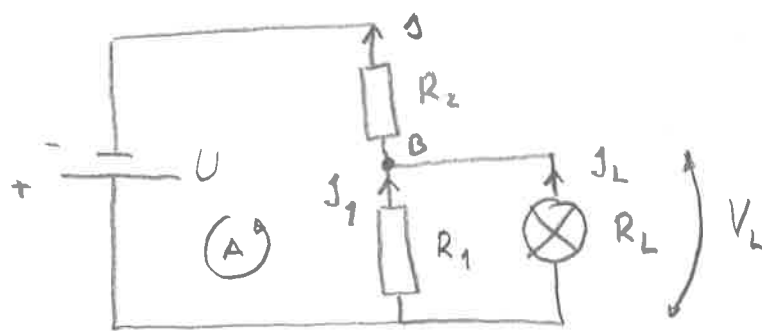
$$N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

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

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 syntynyt massavajeesta $\Delta E = \Delta m c^2$ muuttuu (2 p)
- 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)

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

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

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

Lampussa kuhittaman tehon osuus

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

Luku arrot : $V_2 = 12V - 4,5V = 7,5V$

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

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

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

$$P_L = 7,714 W$$

$$P = 22,5 W$$

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

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

$$N_0 = \frac{m}{M} \cdot N_A \quad \text{missä } M \text{ on moolimassa (1p)}$$

\uparrow N_A Avogadron luku

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

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

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

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

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

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

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

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

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

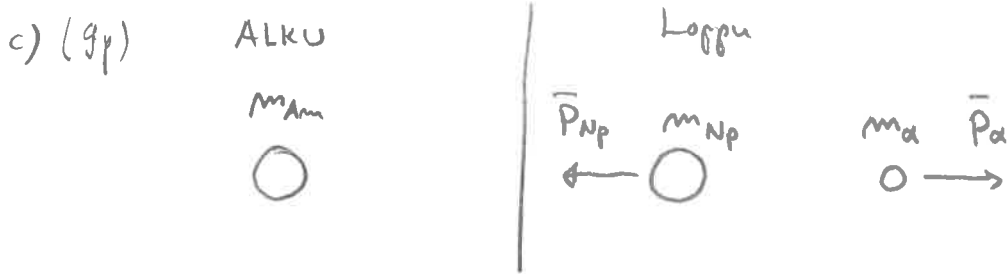
$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{A_0}{A(t)} = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} \cdot \ln \frac{A_0}{A(t)} \quad (1p)$$

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

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

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

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



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 epärelativistinen tarkastelu mitään, $p_{Np} = p_\alpha$

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

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

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:

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

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

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

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

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

oikeen ketjun
 tarkas laskem
 onko α -hiukkasen
 eparelatiivisten
 tarkastelm

oikeen ketjun:

$$\frac{K_{\alpha}}{m_{\alpha} c^2} \approx 0,0015 \ll 1 \quad \text{pieni oli oikeen ketjun.}$$

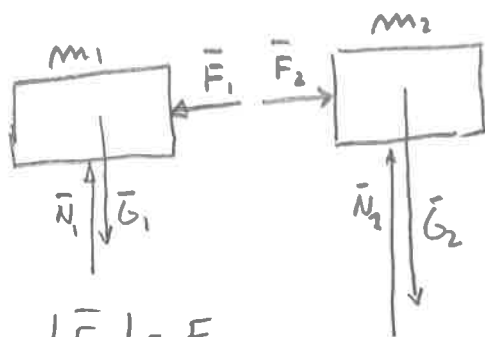
$$(1p)$$

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 vaurun kiihtymään
 yhtä suurilla voimilla, kun joustus punstareita vaurun (1p)
 puoleen.

Alkutilanteesta vapaa kappalekuvasta:



missä $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = F$

Vaaka suora kiihtymykse aiheuttavat vain vaaka suorat voimat.
 Kithan ollessa vähäistä vaurujen kiihtyvän 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

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

ja

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

Täten

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

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

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)