

Kandidatprogrammet i fysikaliska vetenskaper

Urvalsprov 27.5.2022 kl. 9.00–12.00

Skriv ditt namn och din personbeteckning – texta tydligt med stora latinska bokstäver (ABCD...).

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

Skriv dina personuppgifter på alla provpapper.

Efternamn	
Förnamn (alla)	
Personbeteckning	

Läs noggrant igenom alla anvisningar

- Kontrollera att ditt provkompendium utöver titelbladet och anvisningarna (s. 1–2) innehåller följande sidor:
 - provfrågor och svarsfält (s. 3–15)
 - en separat bilaga med formler (s. 16)
 - ett konceptpapper för egna anteckningar
 - räknare.
- Kontrollera att du har skrivit ditt namn och din personbeteckning på alla svarsblanketter.
- Svara på frågorna klart och tydligt så som det står i boken.
- Skriv dina provsvar
 - på finska eller svenska. Svar som har skrivits på andra språk bedöms inte.
 - Skriv / märk ut 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. Lägg de färdiga provsvaren innanför konceptpappret.

Poäng

Urvalsprovet bedöms på skalan 0–50 poäng. Om det ges poäng separat per uppgift, anges detta vid uppgiften. Du kan bli antagen bara om du får totalt minst 25 poäng.

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).

När du vill lämna in ditt prov

Kom ihåg att skriva ditt namn och din personbeteckning på provkompendiets titelblad och på alla svarsblanketter. Ta med dig alla saker från din plats när du går för att lämna in ditt prov. Lämna in alla papper, även kladdpapper. Bevisa din identitet när du lämnar in provpappren. Övervakaren kan ge dig ett separat intyg över att du deltagit i provet om du behöver det.

Uppgift 1 (12 poäng)

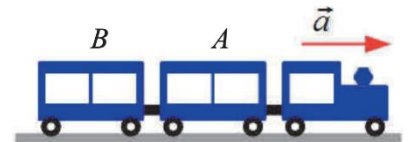
Leo och Joakim badar i en bastu som värmts till temperaturen $90\text{ }^\circ\text{C}$. De kabbalar sinsemellan om huruvida det lönar sig att kasta kallt (temperaturen $7\text{ }^\circ\text{C}$) eller varmt (temperaturen $40\text{ }^\circ\text{C}$) vatten på bastustenarna. Leo anser att kallt vatten kyler ner stenarna för mycket, medan Joakim är av åsikten att vattnets temperatur inte har någon större betydelse.

Det finns 100 kg bastustenar på ugnen och de har en temperatur på $250\text{ }^\circ\text{C}$. Den specifika värmekapaciteten hos stenarna är $1,30\text{ kJ}/(\text{kg K})$. $0,30$ liter vatten kastas på bastuugnen. Den genomsnittliga förångningstemperaturen för vattnet på bastustenarna är $90\text{ }^\circ\text{C}$. Vattnets specifika värmekapacitet är $4,19\text{ kJ}/(\text{kg K})$, förångningsvärmets är $2\,260\text{ kJ/kg}$ och smältvärmets är 333 kJ/kg .

- Med hur många fler procent minskar energin som är lagrad i bastustenarna då man använder det kalla vattnet i stället för det varma vattnet?
- Hur mycket sjunker i medeltal temperaturen hos hela stenmassan då man använder det kalla vattnet ($7\text{ }^\circ\text{C}$)?
- Förklara med fysikaliska termer vad den uppvärmade effekten på huden genast efter att vattnet kastats på stenarna beror på.

Uppgift 2 (12 poäng)

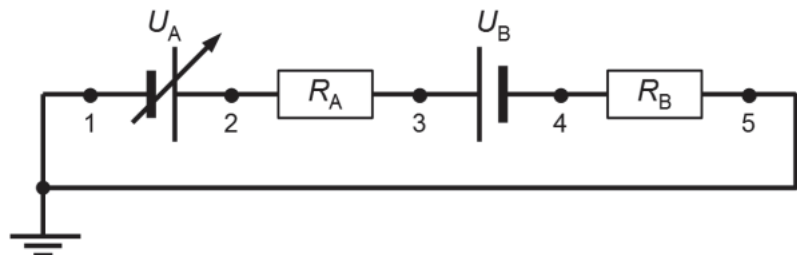
Ett minitåg i en nöjespark består av ett lokomotiv och två passagerarvagnar. Tåget börjar röra sig med accelerationen $0,32\text{ m/s}^2$ i den riktning som figuren visar. Den sammanlagda massan för lokomotivet och lokföraren är 650 kg och massan för en passagerarvagn, inklusive passagerarna, är 750 kg .



- Rita tre figurer av vilka framgår de krafter som verkar på lokomotivet och på de båda vagnarna då tåget börjar röra sig. Luftmotståndet och rullmotståndet beaktas inte.
- Hur stora vågräta krafter verkar på vagnen A när tåget sätter sig i rörelse?

Uppgift 3 (10 poäng)

I kopplingsschemat i bilden är $R_A = 220\ \Omega$, $R_B = 330\ \Omega$ och $U_B = 3,0\text{ V}$. Spänningskällornas inre resistans beaktas inte. Vi undersöker en situation där



- $U_A = 6,0\text{ V}$
- $U_A = 1,5\text{ V}$.

Rita grafer (potentialkurvor) för situationerna a och b av vilka potentialernas värden i punkterna 1–5 framgår. Ange även värdena för potentialerna i dessa punkter.

Uppgift 4 (16 poäng)

I samband med en laboratorieolycka på ett forskningsinstitut läcker en mängd av isotopen ^{60}Co ut i omgivningen och sprider sig jämnt på en närliggande åker. Nedfallet blir kvar i jordens ytlager, och genast efter olyckan kan man på åkern uppmäta en aktivitet på 50 kBq/m^2 . Halveringstiden för radioaktivt sönderfall av ^{60}Co är $5,27 \text{ a}$ och $M = 59,933819 \text{ g/mol}$.

- Åkerns area är 2 ha . Beräkna hur många gram av isotopen ^{60}Co som fallit ner på åkern.
- Ett år efter olyckan görs det foder av hö som odlats på åkern. Vi antar att 30% av den mängd av isotopen ^{60}Co som finns i jorden överförs till fodret. Totalt blir det 10 m^3 foder. Beräkna hur stor aktiviteten är hos en foderportion på 3 liter vid tidpunkten då fodret tillverkas.
- Ett får äter den 3 liter stora ^{60}Co -haltiga foderportionen. Det radioaktiva materialet som hamnar i fåret fördelas genom fårets metabolism i dess kropp. Den totala mängd av isotopen ^{60}Co som försvinner ur fårets kropp kan modelleras på samma sätt som radioaktivt sönderfall genom att använda den effektiva halveringstiden T_e , vilken man får ur ekvationen

$$\frac{1}{T_e} = \frac{1}{T_f} + \frac{1}{T_b}$$

Den effektiva halveringstiden inkluderar alla de faktorer som medverkar till att minska materialets mängd i kroppen: T_f är den fysikaliska halveringstiden för radioaktivt sönderfall av isotopen ^{60}Co och T_b är den biologiska halveringstiden = 10 d . Beräkna hur lång tid det tar för aktiviteten av den ^{60}Co som fåret har fått i sig att sjunka till en hundradel av den aktivitet som fodret ursprungligen gav upphov till.

Formler:

$$I = U/R$$

$$P = UI$$

$$R_{\text{serie}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$\frac{1}{R_{\text{parallel}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$P = \frac{E}{t}$$

$$Q = cm\Delta T$$

$$Q = rm$$

$$\eta = P_a/P_o$$

$$F = ma$$

$$p = mv$$

$$a = \frac{v^2}{r}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

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

$$E = mc^2$$

$$\Delta E = hc/\lambda$$

$$p = p_0 + \rho gh$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

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

$$h = 6,62607 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}$$

$$c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$1 \text{ eV} = 1,60218 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$$

Bedömningsgrunder

Uppgift 1 (12 p)

- a) I ett bra svar beräknas mängden överförd värme och riktningen för värmeöverföringen anges. Vid kallt vatten avger stenarna värmemängden $Q_1 = 781,331 \text{ kJ}$ (**1p**) och vid varmt vatten $739,890 \text{ kJ}$ (**1p**). Dessutom har rätt resultat erhållits: användningen av kallt vatten minskar (**1p**) energin som lagras i stenarna med 5,6% (**1p**).
- b) Den termiska energin som lagras i stenarna minskar med värmemängd Q_1 , som beräknats ovan, och uttrycket för mängden värme $c_{sten}m_{sten}\Delta T = Q_1$ (**1p**) ger temperaturskillnaden (**2p**) $\Delta T = Q_1/(c_{sten}m_{sten}) = 6,0 \text{ K}$ (**1p**).
- c) (c) Ett gott svar uttrycker att den huvudsakliga värmende effekten av ånga på huden är frigöring av energi genom kondensering av vattenånga på huden. (**2p**)

En till korrekt förklaring (**2p**). Dessa inkluderar: Den tillfälliga ökningen av luftdensitet med generering av vattenånga orsakar effektivare värmeöverföring från luften till huden än tunnare eller torrare luft. Dessutom orsakar ångkastningen luftströmmar i bastun, och då ersätts ångan som kyls av huden nära hudens yta av varmare luft. I detta fall överförs värme från luften till huden mer effektivt än innan ångan kastas.

Uppgift 2 (12 p)

- a) I ett bra svar ritas kraftfigurer som visar krafterna som verkar på både vagnar och lok. För vart och ett av de tre mönstren (två vagnar och ett lok) kan **2p** erhållas när krafternas inverkningspunkter är och de relativa styrkornas storlek är rätt.

- b) Newtons lag II har tillämpats korrekt och en uppsättning ekvationer implementerade av krafter som verkar i horisontell riktning har bildats **(3p)**. Två okända krafter **(2p)** har lösts från gruppen av ekvationer och de korrekta värdena har erhållits från de givna värdena: kraften som verkar på vagnen är 480 N **(1p)** och kraften som verkar bakåt är 240 N **(1p)**.

Uppgift 3 (10 p)

- a) Kirchhoffs spänningslag kan användas för att lösa den elektriska ström som flyter i en krets, $I = 5,4545455$ mA. Sedan, med hjälp av de givna värdena för källspänningarna och beräkning av spänningsfallet över varje motstånd, kan potentialerna beräknas:
- b) $V_1 = 0$ V **(1p)**, $V_2 = 6,0$ V **(1p)**, $V_3 = 4,8$ V **(1p)**, $V_4 = 1,8$ V **(1p)** och $V_5 = 0$ V **(1p)**.

Nu är strömmen $I = -2,7272727$ mA **(1p)** och potentialerna är $V_2 = 1,5$ V **(1p)**, $V_3 = 2,1$ V **(1p)** och $V_4 = -0,9$ V **(1p)**. En figur av potentialerna **(1p)**.

Uppgift 4 (16 p)

- a) Sönderfallskonstanten har beräknats **(2p)**.
- b) Aktivitetens formel har använts korrekt **(2p)**. I fodrets aktivitet har 30 % fraktion beaktats **(2p)** och aktiviteten för en 3-liters foderdos har varit cirka 80 kBq **(2p)**.
- c) Den effektiva halveringstiden är korrekt beräknad, $T_e = 9,94828$ d **(2p)**. Utifrån detta bestäms den effektiva nedbrytningskonstanten korrekt **(2p)**. Användningen av sönderfallslagen med hjälp av den effektiva sönderfallskonstanten **(2p)** leder till slutsatsen att aktiviteten av kobolt hos fåren därmed reduceras till en hundradel efter 70 dagar **(2p)**.