

Kandidatprogrammet i fysikaliska vetenskaper

Urvalsprov 24.5.2024 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 i stället ditt födelsedatum.

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. 3–14)
 - formler (s. 15–16)
 - ett konceptpapper för egna anteckningar
 - räknare
- Kontrollera att du har skrivit ditt namn och din personbeteckning på alla svarsblanketter.
- Skriv dina provsvar
 - på svenska. Dina svar måste vara på samma språk som provfrågorna. 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.

Poängsättning

Urvalsprovet bedöms på skalan 0–50 poäng. Uppgifternas poäng nämns vid varje uppgift. Du kan bli antagen bara om du får totalt minst 25 poäng.

Litteraturen till urvalsprovet

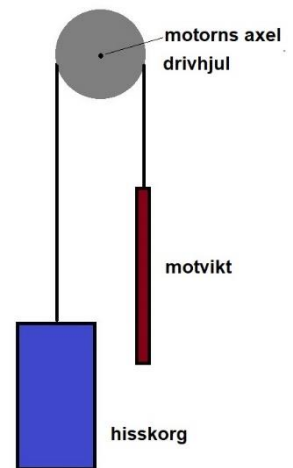
Uppgifterna i urvalsprovet baserar sig på de obligatoriska (FY1-FY2) och nationella fördjupade (FY3–FY8) modulerna i fysik enligt gymnasiets läroplan 2019.

När du vill lämna in ditt prov

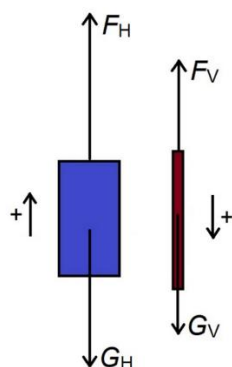
Kom ihåg att skriva ditt namn och din personbeteckning på provkompendiets titelblad och på alla svarsblanketter. Ta med dig alla saker från din plats när du går för att lämna in ditt prov. Bevisa din identitet när du lämnar in provpappren. Övervakaren kan ge dig ett separat intyg över att du deltagit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

Uppgift 1. (13 poäng)

Bilden visar en enkel hiss med motvikt. Den totala massan på hisskorgen och dess last är 830 kg och motviktens massa är 670 kg. Kabeln som kopplar samman hisskorgen och motvikten kommer inte åt att glida över drivhjulet som är fäst vid elmotorns axel. Hissen börjar röra sig uppåt, och dess hastighet ökar jämnt under 1,2 sekunder från noll till värdet 1,6 m/s.



- (a) Bestäm krafterna med vilka hisskabeln påverkar hisskorgen och motvikten under tiden för acceleration.
- (b) Hur stor är hissens hastighet och hur stor är den mekaniska effekten som motorn producerar när 0,80 sekunder har gått sedan hissen börjat röra på sig?



(a) Vi väljer den positiva riktningen i enlighet med bilden. Hisskorgen påverkas av tyngdkraften och kabelns spännkraft. Motvikten påverkas av tyngdkraften och kabelns spännkraft. Hissens hastigheter vid tidpunkterna $t_1 = 0$ är $v_1 = 0$ m/s och vid $t_2 = 1,2$ s, är $v_2 = 1,6$ m/s. Så, hisskorgens och motviktens acceleration måste vara: $a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = 1,333 \text{ m/s}^2$ (1p)

Från Newtons II lag får vi för hisskorgen och för vikten:

$$m_H a = F_H - m_H g,$$

$$m_V a = F_V - m_V g \quad (2p+2p)$$

Vi måste lösa ut kraft F_H och kraft F_V . Genom att substituera de kända värdena, får vi:

$$F_H = 9,2 \text{ kN} \text{ och } F_V = 5,7 \text{ kN}.$$

(2p för de korrekta svaren)

(b) Vid tidpunkten $t=0.80$ s, är hastigheten för hisskorgen och motvikten: $v = at = 1,066$ m/s. (2p för ekvation eller/och storlek) Motorns mekaniska effekt är:

$$P = (F_H - F_V)v = 3,8 \text{ kW}.$$

(2p för rätt ekvation och 2p rätt storlek)

Uppgift 2. (15 poäng)

Höjningen av havsnivån har på 2000-talet varit flera millimeter om året. Detta är följd av bland annat vattnets värmeutvidgning. Det har uppskattats att oceanerna årligen ackumulerar en värmemängd av $1,3 \cdot 10^{22}$ J. Beräkna, hur stor är då den havsnivåhöjning som värmeutvidgning förorsakar på ett år? Använd medelvärdena för de egenskaperna av havsvattnet som är i tabellen nedan, och du kan anta att oceanernas area är konstant.

Oceanernas area	$3,6 \cdot 10^8 \text{ km}^2$
Oceanernas djup	3700 m
Havsvattnets densitet	1030 kg/m^3
Volymutvidgningskoefficient för havsvatten	$1,37 \cdot 10^{-4} \text{ 1/K}$
Specifik värmekapacitet hos havsvatten	$3,96 \text{ kJ/(kg K)}$

Volymen av havsvattnet (V) får vi ur oceanernas area (A) och djup (d):

$$V = Ad \quad (1\text{p})$$

Med hjälp av volymen och den genomsnittliga densiteten (ρ) kan vi bestämma havsvattnets massa:

$$m = \rho V \quad (1\text{p})$$

Värmekapacitet är:

$$C = cm \quad (1\text{p})$$

Då den årligen ackumulerade värmemängden är Q , får vi temperaturförändringen (ΔT):

$$\Delta T = \frac{Q}{cm} = \frac{Q}{c\rho Ad} \quad (1\text{p} + 1\text{p} + 1\text{p})$$

Vi substituerar alla kända värden och får:

(1p för rätt storlek)

$$\Delta T \approx 0,0024 \text{ K}$$

Det här förorsakar värmeutvidgningen $\Delta V = \gamma V \Delta T$, där γ är volymutvidgningskoefficienten (1p)

Volymförändringen ändrar inte på arean men däremot på djupet, så det måste vara:

$$\Delta V = A \Delta h \quad (1\text{p})$$

Ur vilket vi får ett uttryck för havsnivåhöjningen Δh :

$$\Delta h = \frac{\gamma V \Delta T}{A} = \frac{\gamma V Q}{A c \rho V} = \frac{\gamma Q}{A c \rho} \quad (1\text{p} + 1\text{p} + 1\text{p} + 1\text{p})$$

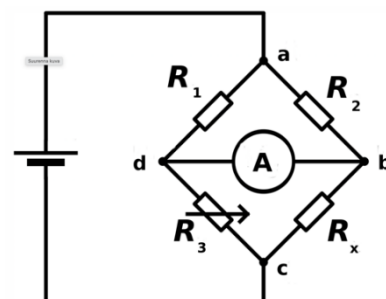
Vi substituerar alla kända värden och får för storheterna i uttrycket: (1p)

$$\Delta h \approx 1,2 \text{ mm} \quad (1\text{p för korrekt storlek})$$

Uppgift 3. (10 poäng)

Bilden visar en så kallad bryggkoppling som kan användas för att bestämma storleken av en okänd resistans R_x . En spänning kopplas mellan punkterna a och c, varvid en elektrisk ström går genom kretsen. Det reglerbara motståndets resistans R_3 har justerats så att ingen elektrisk ström går mellan punkterna b och d.

- (a) I vilken riktning går den elektriska strömmen mellan spänningskällan och punkten a, och i vilken riktning går den mellan spänningskällan och punkten c? Vilken av strömmarna är större, eller är de lika stora?
- (b) Hur stor är spänningen mellan punkterna b och d?
- (c) Härled ett uttryck för resistansen R_x som endast beror av resistanserna R_1 , R_2 och R_3 .



(a) Den elektriska strömmens riktning är från spänningskällan mot punkt a. Mellan punkt c och spänningskällan är den elektriska strömmens riktning mot spänningskällan. (1p+1p) Strömmarna är lika stora (1p)

(b) Eftersom ingen elektrisk ström flyter mellan punkterna b och d, måste spänningen vara noll. (1p+1p: korrekt svar och motivering)

(c) strömmen I_1 flyter genom det reglerbara motståndet R_3 och strömmen I_2 flyter genom det okända motståndet R_x (eftersom det finns ingen elektrisk ström mellan punkterna b och d). Därför vi kan se att spänningarna mellan punkterna a och d, och mellan punkterna a och b, är lika stora. Enligt Ohms lag: (korrekt lag och ansökan 3p)

$$R_1 I_1 = R_2 I_2$$

och

$$R_3 I_1 = R_x I_2$$

Ur detta kan vi lösa ut för det okända motståndet:

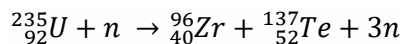
$$R_x = R_2 \frac{R_3}{R_1}$$

(korrekt svar 2p)

Uppgift 4. (12 poäng)

Vi studerar fissionsreaktionen av isotopen ^{235}U .

- a) Beräkna mängden energi som frigörs vid fissionsreaktion av isotopen ^{235}U enligt reaktionen nedan:



- b) Uran används i ett kärnkraftverk, vars effekt är $1,6 \cdot 10^9 \text{ W}$ och verkningsgrad 37 %. Hur mycket uran av isotopen ^{235}U behövs för att kontinuerligt driva kärnkraftverket med full effekt under en månads tid?

Du behöver följande atommassor: $M_U = 235,044 \text{ u}$, $M_{Zr} = 95,9083 \text{ u}$, $M_{Te} = 136,926 \text{ u}$, $M_n = 1,008 \text{ u}$

- a) Energin som frigörs i en reaktion är bestämd med hjälp av massdefekten (ΔM): (1p)

$$Q = (\Delta M)c^2 = (M_U + M_n)c^2 - (M_{Zr} + M_{Te} + 3M_n)c^2$$

(1p+1p)

Vi substituerar massorna i atomära massenheter och får:

$$Q = (0,1937 \text{ u})c^2$$

Med $u = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (1p) och ljuset hastighet $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ (1p)

får vi: $Q \approx 2,88 \cdot 10^{-11} \text{ J}$ ($\approx 180 \text{ MeV}$) (1p)

- b) Med eleffekt P och verkningsgraden η får vi för energi: $E = \frac{P}{\eta}t$ (1p + 1p för verkningsgraden)

Energin som frigörs i en reaktion var Q , så n antal reaktioner producerar energi:

$$E = nQ \quad (1p) \rightarrow n = \frac{E}{Q}$$

Den mängd uran ^{235}U som behövs per månad får vi genom att multiplicera massan av en atom med n : (1p)

$$m = nM_U = \frac{PtM_U}{\eta Q} \quad (1p)$$

Vi substituerar alla kända värdena och får: $m \approx 151,9 \text{ kg} \approx 150 \text{ kg}$ (1p)

Formlerna

$$I = U/R$$

$$P = UI$$

$$R_{serie} = R_1 + R_2 + \cdots R_n$$

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

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

$$W = qU$$

$$F = qvB$$

$$\Delta V = \gamma V \Delta T$$

$$C = cm$$

$$Q = cm\Delta T$$

$$Q = rm$$

$$\eta = P_a/P_o$$

$$F = ma$$

$$M = Fr$$

$$p = mv$$

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

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

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

$$E = mc^2$$

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

$$p = p_0 + \rho gh$$

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

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

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

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

$$\hbar = 6.62607 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg/s}$$

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

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

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

$$1 \text{ u} = 1,660540 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$