

Tentamen i FYSIK del 1 för E2 (FFY 142 + FFY141)

Lärare: Åke Fäldt, tel 772 3349 el 070 567 9080

Hjälpmedel: Physics Handbook, Beta, SMT, TEFYMA eller motsvarande gymnasietabell. Valfri kalkylator samt ett egenhändigt framställt A4-blad med anteckningar.

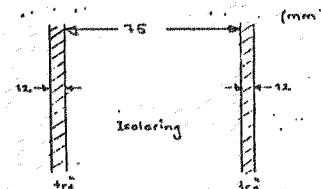
Rättning: Protokollet anslås senast 2004-11-01.

Granskning: 2004-11-01 kl 12.00-12.30 i HC4.

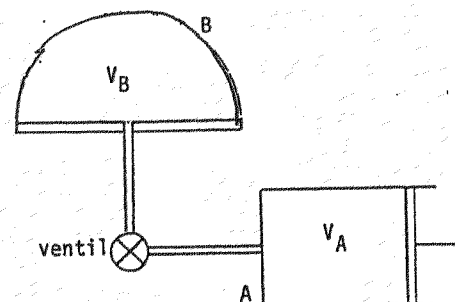
Betyg: 3:a 10-14 p, 4:a 15-19 p, 5:a 20p –

FÖRKLARA ALLTID INFÖRDA STORHETER OCH MOTIVERA EKVATIONER OCH SLUTSATSER. RITA TYDLIGA FIGURER. KONTROLLERA SVARENS RIMLIGHET OCH DIMENSION.

- 1a. En stor husvägg är uppbyggd på ett sätt som i genomskärning visas i figuren nedan. Isoleringen har ungefär samma värmeledningsförmåga som luft. Hur stort blir värmeflödet per kvadratmeter någonstans mitt på denna vägg om innertemperaturen är 20 grader Celsius och yttertemperaturen är 0 grader Celsius? (2 p)



- 1b. Den schematiska figuren nedan visar en enkel kolvluftpump (A). Pumpningen går till så att processen startar med kolven helt intryckt. Pumpningen dras den ut maximalt varefter ventilen stängs. I nästa steg trycks kolven in igen och övertrycket i den läcker ut. Därefter öppnas ventilen och kolven dras ut igen. Cylindern har en maximalvolym $V_A = 2,00 \text{ dm}^3$ och minimalvolymen noll. Den behållare (B) som ska evakueras har volymen $V_B = 3,00 \text{ dm}^3$ och ett ursprungstryck $p_B = 1,00 \text{ atm}$. Gasen i B är en idealgas och alla tätningar förutsätts vara perfekta. Pumpningen sker så sakta att temperaturen hela tiden förblir konstant. Ledningar och ventiler har försumbara volymer. Bestäm trycket i B efter de första 6 fullbordade pumpcyklerna. (2 p)



2. En viss gasmassa genomlöper en reversibel kretsprocess bestående av en isobar expansion, en isokor och en isoterm kompression. Härled ett uttryck för kretsprocessens verkningsgrad som har temperaturer som enda tillståndsvariabler. Hur stor blir verkningsgraden om gasen i fråga är enatomig och förhållandet mellan högsta och lägsta temperatur i processen är 1,65. (4 p)

VG VÄND!

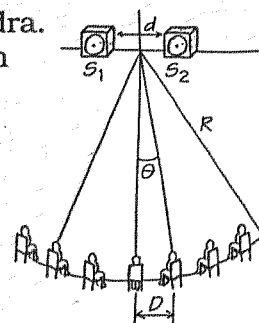
3. En spänd sträng utför en transversell vågrörelse som representeras av funktionen

$$y(x,t) = A \cos(\omega t - (2\pi/\lambda) x)$$

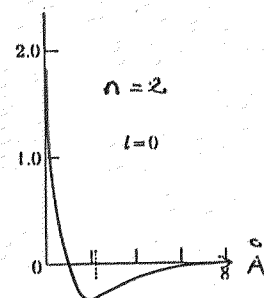
där; $\omega = 100 \text{ rad/s}$, $\lambda = 0,3 \text{ m}$, $A = 3 \text{ mm}$

- Ställ upp ett uttryck för hastigheten hos strängelementen (vinkelrätt mot utbredningsriktningen) som funktion av x och t och bestäm den maximala hastigheten.
- Ange lutningen på strängen som funktion av x och t .
- Hur stor är vågens utbredningshastighet?
- Strängens massa per längdenhet är 10 gram per meter. Hur hårt spänd är strängen? (4 p)

4. Två små högtalare S_1 och S_2 , står på avståndet $d = 0,2 \text{ m}$ från varandra. Högtalarna sänder ut ljudvågor med samma amplitud och frekvensen 4400 Hz. Vågen som kommer från S_1 är dock fasförskjuten 180 grader relativt den som kommer från S_2 . På avståndet $R = 30 \text{ meter}$ står ett antal stolar uppställda i en formation enligt figuren. På vilket avstånd D (vid sidan om den stol som står längs mittpunktsnormalen från de båda högtalarna) uppstår det första maximum i ljudintensitet? (4 p)



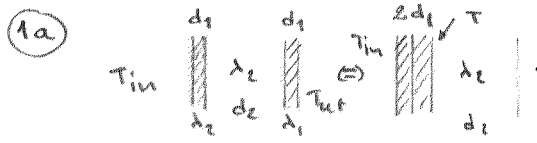
- 5a. Vågfunktionen för väte i tillståndet 200 visas i figuren och ges av det sfäriskt symmetriska uttrycket $\psi_{200} = N (r/a - 2) e^{-r/2a}$. Det mest sannolika proton-elektronavståndet är knappt $2,8 \text{ Å}$. Hur går detta ihop med det som figuren nedan visar? Ställ upp det matematiska uttryck varur det mest sannolika avståndet kan bestämmas. Du behöver alltså inte genomföra beräkningarna. (2 p)



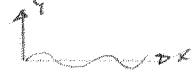
- 5b. Exciterade väteatomer emitterar ett spektrum vars intensivaste komponent är en linje vid 1216 Å . Använd Bohrmodellen och beräkna huvudkvanttalerna för begynnelse- respektive sluttillstånd. (2 p)
6. Betrakta en tvådimensionell gas av fria partiklar bestående av $2 \cdot 10^{19}$ elektroner instängda på en yta som har storleken 2 m^2 . Gör en uppskattning av hur många procent av elektronerna som befinner sig inom det energiområde där den tillämpbara fördelningsfunktionen sänks från värdet 0,9 till 0,1 om temperaturen är 300 K. Uppskattningen som bör ha en noggrannhet på 2 procentenheter får göras med hjälp av lämplig figur. (2 p)
7. Sätt ett kryss i den ruta som tillhör uppgift 7 på tentamensomslaget och skriv din namnteckning bredvid om du godkänner att ditt resultat läggs ut på kursens hemsida (skyddat av kod) eller att du får resultatet med hjälp av e-mail.
8. Sätt ett kryss i den ruta som tillhör uppgift 8 på tentamensomslaget om du gjort laboration A4 i år.

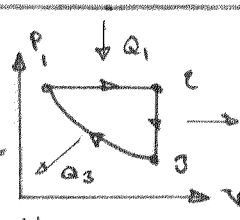
Lösningar till tentamen i FYSIK 1 Gr E2

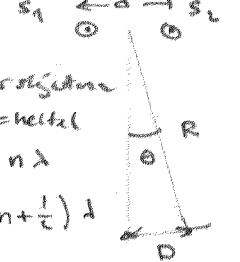
CT

1a)  $\lambda_1 = 0,14 \text{ W/mK}$
 $\lambda_2 = 0,026 \text{ W/mK}$
 konst. flöde av värme:
 $\frac{dQ}{dt} = \lambda_1 S \frac{T_{in} - T}{d_1} = \lambda_2 S \frac{T - T_{out}}{d_2} \Rightarrow T_{in} - T = \frac{2\lambda_2 d_1}{\lambda_1 \cdot d_2} (T - T_{out})$
 $\Rightarrow T = 18,8^\circ \text{C} \Rightarrow \frac{1}{S} \frac{dQ}{dt} = 6,5 \text{ W/m}^2$

1b) Efter 1:a pumpcykeln: $P_B V_B = P_{B1}(V_A + V_B)$
 2:a $P_{B1} V_B = P_{B2}(V_A + V_B)$
 3:a $P_{B2} V_B = P_{B3}(V_A + V_B)$
 6:a $P_{B3} V_B = P_{B6}(V_A + V_B)$
 Volt. alla V.L. och alla H.L. med varandra
 $\Rightarrow P_A \cdot P_{B1} \cdot P_{B2} \cdot P_{B3} \cdot P_{B6} V_B^6 = P_{B1} \cdot P_{B2} \cdot P_{B3} \cdot P_{B6} (V_A + V_B)^6$
 $\Rightarrow P_{B6} = \left(\frac{V_B}{V_A + V_B} \right)^6 P_A = \left(\frac{3,00}{2,00 + 2,00} \right)^6 \frac{1,0}{10^5} = 0,047 \frac{1}{10^5} \text{ Pa}$

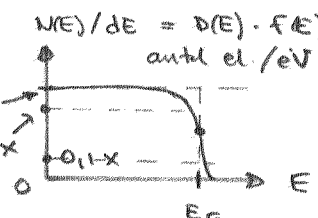
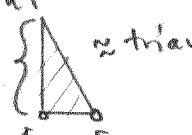
3) $y = A \cdot \cos(\omega t - \frac{\pi}{\lambda} x)$ 
 a) $\frac{dy}{dt} = -A\omega \sin(\omega t - \frac{\pi}{\lambda} x)$
 $\left(\frac{dy}{dt} \right)_{\max} = A\omega = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 100 = 0,2 \text{ m/s}$
 b) lutning $\frac{dy}{dx} = \frac{2\pi}{\lambda} A \sin(\omega t - \frac{\pi}{\lambda} x)$
 c) $v_{\text{fas}} = f \cdot \lambda = \frac{\omega}{2\pi} \cdot \lambda = \frac{100}{2\pi} \cdot 0,2 = 3 \text{ m/s}$
 d) $v_{\text{fas}} = \sqrt{\frac{F}{\rho}} \Rightarrow F = v_{\text{fas}}^2 \cdot \rho = \left(\frac{10}{\pi} \right)^2 \cdot 10 \cdot 10^{-2} = 0,11 \text{ N}$

2) $C_V = \frac{3}{2} R$ $C_P = \frac{5}{2} R$ $T_3 = T_1$

 $1 \rightarrow 2$ isobar: $Q_1 = n' C_P (T_2 - T_1)$
 $2 \rightarrow 3$ isokor: $Q_2 = n' C_V (T_3 - T_2) = n' C_V (T_1 - T_2)$
 $3 \rightarrow 1$ isoterm: $Q_3 = n' R T_1 \ln \frac{V_1}{V_3}$
 $\eta = \frac{n' C_P (T_2 - T_1) + n' C_V (T_1 - T_2) + n' R T_1 \ln \frac{V_1}{V_3}}{n' C_P (T_2 - T_1)}$
 men $P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{V_1}{V_3} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$
 $\Rightarrow \eta = \frac{\frac{5}{2} (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} (1 - \frac{T_2}{T_1}) + \ln \frac{T_1}{T_2}}{\frac{5}{2} (T_2 - T_1)} = 0,092 = 9\%$

4) Högskolorna sänder ut vågor som är fasförskjutna 180°
 $n = \text{heltal}$
 $\Rightarrow$ Villkor för min: $d \cdot \sin \theta = n \lambda$
 $\max d \cdot \sin \theta = (n + \frac{1}{2}) \lambda$

 1:a maximal D från mittpunktsnorm.
 $d \cdot \sin \theta = (0 + \frac{1}{2}) \lambda$
 $\sin \theta \approx \tan \theta = \frac{D}{L} \Rightarrow D = \frac{\lambda}{2d} \cdot R$
 $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{330}{4400} \text{ m}$ (ljudhast i luft $\approx 330 \text{ m/s}$)
 $\Rightarrow D = \frac{330 \cdot 30}{4400 \cdot 2 \cdot 0,2} \text{ m} = 5,6 \text{ m}$

5) a) sannolikheten att finna el. inom dr på avst. r från kärnan
 $dP = |\psi|^2 4\pi r^2 \cdot dr$
 $\Rightarrow \frac{dP}{dr} = |\psi|^2 \cdot r^2 \cdot 4\pi = \text{sannolikhet pö längdenhet}$
 maximalt $\frac{dP}{dr}$ för genom att studera när $|\psi|^2 \cdot r^2$ har maximum.

b) Bohrmodeller $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$
 $\Rightarrow \lambda R = \frac{n_i^2 \cdot n_f^2}{n_i^2 - n_f^2}$
 $\lambda = 1216 \cdot 10^{-10} \text{ m}$, $R = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$
 $\Rightarrow \lambda R = \frac{4}{3}$ stämmer med $n_i = 2$
 $\lambda = 1216 \text{ Å}$ innebär att n_f måste vara 1. $n_f = 1$
 studera energinivådiagrammet.

6) 2dim. elektrongas

 konstant: $x = \frac{4\pi m_e}{h^2}$
 $kT \approx \frac{1}{40} \text{ eV}$
 $F(E) = \frac{1}{e^{(E-E_F)/kT} + 1}$
 $F(E_1) = 0,9 \Rightarrow (E_1 - E_F) = kT \cdot \ln 0,9 = -2,19 kT$
 $F(E_2) = 0,1 \Rightarrow (E_2 - E_F) = +2,19 \cdot kT$
 $\Rightarrow E_2 - E_1 = 4,38 kT$
 Antal elektroner inom $[E_1, E_2]$ 
 ges av $\Delta N = \frac{1}{2} (E_2 - E_1) \cdot 0,8 \cdot \frac{4\pi m_e}{h^2} = \frac{1}{2} \cdot 4,38 \cdot \frac{1}{40} \cdot 0,8 \cdot \frac{4\pi \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 1,16 \cdot 10^{-19}}{(6,6 \cdot 10^{-34})^2} = 9,6 \cdot 10^{17}$
 dvs $\approx 5\%$ av totala ant. elektron