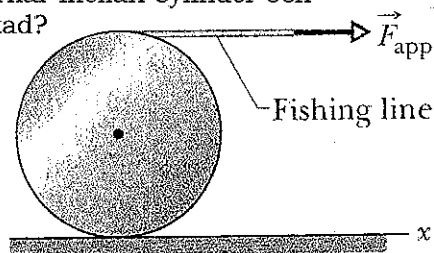


Tentamen i FYSIK FÖR INGENJÖRER för D2 (tif085).

- Lärare: Åke Fäldt, tel 772 3349 eller 070 567 9080
Hjälpmedel: Physics Handbook, Beta, SMT, IEFYMA eller motsvarande gymnasietabell.
Valfri kalkylator (tömd på för kursen relevant information) samt ett egenhändigt framställt A4-blad med anteckningar.
Rättningen: klar senast fredagen den 19 december 2008
Granskning: måndagen den 16 februari 2009 kl 12.00-12.30 i HB4
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.

1. Tre partiklar bildar ett system som inte utsätts för några externa krafter. De har massorna 1,0 kg, 2,0 kg och 3,0 kg. I ett visst ögonblick har partiklarna hastigheterna (4, 1, 0) m/s, (2, 2, 2) m/s respektive (1, 2, 0) m/s. Hastighetsvektorerna är angivna i ett vanligt (x, y, z)-koordinatsystem och är angivna med data för den lättaste först och den tyngsta sist.
 - a. Bestäm systemets rörelsemängd $\mathbf{P}$, d v s ange x, y och z-koordinaterna.
 - b. Vid ett annat tillfälle har den lättaste partikeln hastigheten (0, 0, 0) m/s och den näst lättaste (5, 0, 3) m/s. Bestäm den tyngsta partikels hastighetsvektor $\mathbf{v}$ vid detta tillfälle.
2. En konstant kraft F_{app} vars belopp är 12 N verkar på en uniform och homogen cylinder med hjälp av en tunn fiskelina som är lindad runt cylindern. Cylinderns massa är 10 kg och dess radie är 0,10 m och den rullar utan att glida på det horisontella underlaget.
 - a. Hur stor är den linjära accelerationen hos cylinderns masscentrum?
 - b. Hur stor är vinkelaccelerationen α p masscentrum?
 - c. Hur stor är den friktionskraft som verkar mellan cylinder och underlag och åt vilket håll är den riktad?



3. 2,00 mol av en ideal gas som ursprungligen befinner sig vid temperaturen 100 grader Celsius får utvidga sig adiabatiskt tills dess volym har fördubblats. Därefter komprimeras gasen isotermt till den upptar den ursprungliga volymen V . Under den isoterma kompressionen sker ett värmeutbyte mellan gasen och dess omgivning som är 2700 J. Bestäm kvoten mellan C_p och C_v för gasen. (4 p)

VG VÄND!

4. En spänd sträng utför en transversell vågrörelse som beskrivs av funktionen:

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

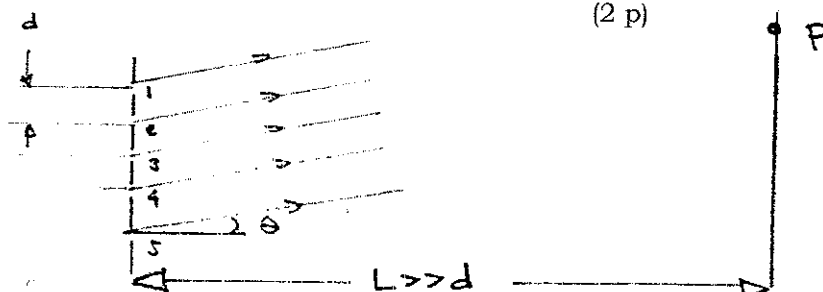
där $\omega = 100 \text{ rad/s}$, $\lambda = 0,3 \text{ m}$ och $A = 3 \text{ mm}$. 1,0 meter av strängen har massan 10 gram

- Ställ upp ett uttryck för hastigheten hos strängelementen som funktion av x och t och bestäm den maximala hastigheten
- Ange lutningen på strängen för $x = 0,5 \text{ m}$ vid tiden $2,0 \text{ s}$
- Hur stor är vågens utbredningshastighet?
- Hur hårt spänd är strängen?

(4 p)

5. a. Figuren visar hur fem ekvidistant placerade smala spalter (spaltavstånd d) träffas av vinkelrätt infallande monokromatiskt ljus med våglängd λ . Ljuset från spalterna interfererar i en punkt P på en avlägsen skärm. Genom att blockera spalter kan ljusintensiteten i P varieras. Antag att $d \sin\theta = \lambda/2$ och att intensiteten i punkten P är I när alla spalter utom en är blockerade. Den maximala intensiteten som observeras i P är $9I$. Vilka spalter är blockerade när denna maximala intensitet observeras?

(2 p)



- b. En tunn film av aceton (brytningsindex = 1,25) täcker en tjock glasplatta (brytningsindex = 1,50). När vitt ljus faller vinkelrätt mot filmen observerar man i det reflekterade ljuset ett interferensminimum för våglängden 600 nm och ett interferensmaximum för våglängden 700 nm. Mellan dessa två våglängder observeras varken några maxima eller minima.

Rita en tydlig figur och markera med 1 och 2 de två strålar som ger upphov till interferensen och beräkna acetonfilmens tjocklek.

(2 p)

6. a. Exciterade vätagatomer, d v s sådana som inte befinner sig i grundtillståndet (tillståndet där huvudkvanttalet $n = 1$) emitterar ett spektrum vars intensivaste komponent är en linje vid 121,6 nm. Använd Bohrmodellen och beräkna huvudkvanttalen för begynnelse- respektive sluttillstånd för den övergång som orsakar denna linje.

(2 p)

- b. Antag att en elektron är instängd i en endimensionell potentiallåda med oändligt höga väggar. Lådans bredd är 3,93 nm. Hur stort är kvanttalet n för den energinivå där avståndet upp till närmast högre energinivå är 1,0 eV?

(2 p)

Lösningar till Fysik för ingenjörer för D2

2008-12-15

① $\vec{P}_i = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + m_3 \vec{v}_3$

$P_{ix} = 1 \cdot 4 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 1 = 11$

$P_{iy} = 1 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 2 = 11$ $\vec{P}_i = (11, 11, 4)$

$P_{iz} = 1 \cdot 0 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 0 = 4$

$\vec{P}_i = \vec{P}_f$ ty inga externa krafter

$P_{fx} = 1 \cdot 0 + 2 \cdot 5 + 3 \cdot x = 10 + 3x \Rightarrow 3x = 1$

$P_{fy} = 1 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 3 \cdot y = 3y \Rightarrow 3y = 11$

$P_{fz} = 1 \cdot 0 + 2 \cdot 3 + 3 \cdot z = 6 + 3z \Rightarrow 3z = -2$

$\Rightarrow (x, y, z) = (\frac{1}{3}, \frac{11}{3}, -\frac{2}{3})$

② $\vec{F}$:s riktning okänd
 $\vec{F} = f\hat{x}$ $f > 0 \Rightarrow \vec{F} \parallel \hat{x}$
 $f < 0 \Rightarrow \vec{F} \parallel -\hat{x}$

rollning utan
glidning $|\vec{a}| = \frac{|\vec{a}|}{R}$

Tyngdpunktens accel. : $\vec{F}_{app} + \vec{F} = M\vec{a}$

$\Rightarrow \vec{F}_{app} + \vec{F} = M\vec{a}$ (1)

$\vec{a} \parallel \hat{x} \Rightarrow \vec{a} \parallel -\hat{z}$

Vinkelaccel

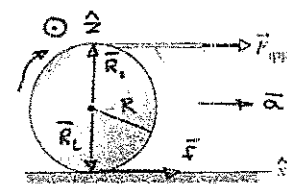
$\vec{F}_{app} \times \vec{R}_1 + \vec{F} \times \vec{R}_2 = I\vec{\alpha}$ $I = \frac{1}{2}MR^2$

$\Rightarrow -F_{app}R + FR = I(-\alpha) \Rightarrow (F_{app} - f)R = I\alpha$ (2)

$\Rightarrow F_{app} - f = \frac{1}{2}Ma$ (3)

1+3 ger $a = \frac{4}{3} \frac{F_{app}}{M} = \frac{4}{3} \frac{12}{10} = 1,6 \text{ m/s}^2$

1+3 ger $\left. \begin{aligned} F_{app} + f &= Ma \\ -2F_{app} + 2f &= -Ma \end{aligned} \right\} \Rightarrow 3f = F_{app} \Rightarrow f = +40N$



③ $Q_{23} = -2700 \text{ J}$ $T_1 = 373 \text{ K}$

1 $\Rightarrow$ 2 adiabat

$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$

$V_2 = 2V_1$

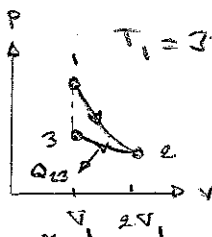
$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{(2V_1)^\gamma}{V_1^\gamma} = 2^\gamma$

$\left. \begin{aligned} P_1 V_1 &= nRT_1 \\ P_2 (2V_1) &= nRT_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{2T_1}{T_2} = 2^\gamma$

$\gamma = 1,67$

$Q_{23} = nT_2 R \ln \frac{V_1}{2V_1} \Rightarrow T_2 = \frac{-2700}{8,314 \cdot \ln \frac{1}{2}} = 234,4 \text{ K}$

$2 \frac{T_1}{T_2} = 2^\gamma \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = 2^{\gamma-1} \Rightarrow (\gamma-1) \ln 2 = \ln \frac{T_1}{T_2}$
 $\Rightarrow \gamma = \left(\frac{\ln T_1 / T_2}{\ln 2} \right) + 1 = 1,67$



④

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

$\omega = 100 \text{ s}^{-1}$, $\lambda = 0,3 \text{ m}$ $A = 3 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

$\mu = 10 \cdot 10^{-2} \text{ kg/m}$

a) $v_{\text{elem}} = \frac{dy}{dt} = -\omega A \sin(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x)$

$v_{\text{max}} = \omega A = 100 \cdot 3 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} = 0,3 \text{ m/s}$

b) lutningen $= \frac{dy}{dx} = +A \frac{2\pi}{\lambda} \sin(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x) = 3 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{2\pi}{0,3} \sin(100 \cdot 2 - \frac{2\pi}{0,3} \cdot 0,1) = 0,05$

c) färdhastigheten $v_f = \frac{\omega}{\frac{2\pi}{\lambda}} = \frac{100 \cdot 0,3}{2\pi} = 4,78 \text{ m/s}$

d) spännkraften $v_f = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \Rightarrow F = \mu v_f^2 = 0,27 \text{ N}$

5a $d \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$ $I_1 = \text{konst}(A)^2$

maximal intensitet uppnår då

spalterna 2 och 4 är blockerade

Då gäller $(2d) \sin \theta = \lambda$, dvs strålarna från 1, 3 och 5 interfererar konstruktivt

$I_{\text{tot}} = \text{konst}(3A)^2 = 9 \cdot \text{konst}(A)^2$

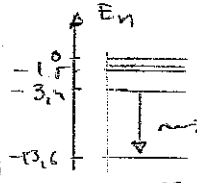
6a $E_{\text{foton}} = hf = \frac{hc}{\lambda}$ (J)

i eV $E_{\text{foton}} = \frac{hc}{\lambda e}$ (eV)

$\lambda = 121,6 \text{ nm} \Rightarrow E_{\text{foton}} = 10,22 \text{ eV}$

$\therefore$ övergång $n=2 \rightarrow n=1$

$E_n = \frac{-13,6}{n^2} \text{ (eV)}$

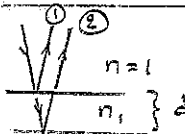


5b $n_2 > n_1 > n$

vinkelrätt
infall $\rightarrow$

Både ① och ② har n=1

en gång mot riktare medför



$\Rightarrow \left\{ \begin{aligned} \text{max villkor } 2n_2 d &= m\lambda \\ \text{min villkor } 2n_2 d &= (m + \frac{1}{2})\lambda \end{aligned} \right. \quad m = \text{heltal}$

max vid $700 \text{ nm} \Rightarrow 2n_2 d = m\lambda$

min vid $600 \text{ nm} \Rightarrow 2n_2 d = (m + \frac{1}{2})\lambda$

6b Partikel i låda

$E_n = n^2 \frac{h^2}{8ma^2e}$ (eV)

$E_{n+1} - E_n = \Delta E_n = \frac{h^2}{8ma^2e} (2n+1)$

$\Rightarrow n = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta E \cdot 8ma^2e}{h^2} - 1 \right) =$

