

Universitetet i Oslo

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i Fys1000 - Basalfag for naturvitenskap og medisin
Eksamensdag: 4 desember 2006. Tid for eksamen: 14.30 - 17.30
Oppgavesettet er på 3 sider

Tillatte hjelpemidler:

- Øgrim og Lian: Størrelser og enheter i fysikk og teknikk eller tilsvarende tabell.
- Rottmann: Matematisk formelsamling eller tilsvarende tabell.
- To A4-ark med egne notater.
- Lommekalkulator uten innlastet program eller data.

Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.

NB! Til besvarelsen av de enkelte spørsmål skal du inkludere begrunnelser, forklaringer, skisser og kommentarer. Dette vil gi poeng ved bedømmelsen, selv om ikke beregninger er gjennomført. Der det spørres etter uttrykk skal du bruke de størrelser og symboler som er oppgitt i oppgavens tekst og figurer.

Følgende konstant er oppgitt: Tyngdens akselerasjon $g = 9,80 \text{ m/s}^2$

Oppgave 1

En motorsykel kjørte inn i et autovern etter å ha laget et bremsespor på $x = 43,2 \text{ m}$. Føreren falt forover i horisontal retning, uten å rotere, ut over en horisontal slette som lå 2 m lavere enn veibanen.

Ved å måle den horisontale avstanden fra kollisjonsstedet til der føreren traff bakken, kunne førerens hastigheten i kollisjonsøyeblikket beregnes til $v_2 = 60 \text{ km/h}$.

- a) Hvor langt fra autovernet i horisontal retning traff føreren bakken? (Se bort fra luftmotstand.)
- b) Hva var vinkelen θ mellom førerens hastighetsretning og horisontalen i det han traff bakken?

Friksjonskoeffisienten langs bremsesporet foran kollisjonsstedet ble målt til $\mu = 0,60$.

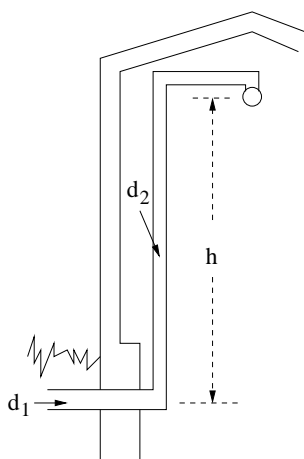
- c) Vis at motorsykkelen under bremsingen hadde en negativ akselerasjon a , som vi forutsetter var konstant, gitt ved $a = -\mu \cdot g$.
- d) Vis ved energibetraktning at bremselengden x er gitt ved:

$$x = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2\mu g},$$

der v_1 er motorsykkelenes hastighet før bremsing og v_2 er hastigheten i kollisjonsøyeblikket.

- e) Beregn tallverdien av hastigheten v_1 .

Oppgave 2



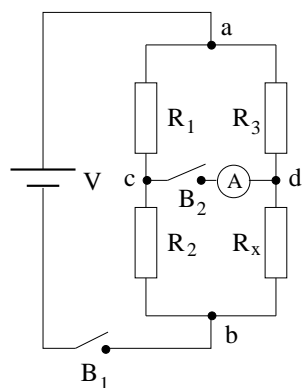
Figuren viser en vannledning som kommer inn i en kjeller. Inntaksrøret har en indre diameter på $d_1 = 2,75$ cm. Fra inntaksrøret i kjelleren ledes vannet i et rør med indre diameter $d_2 = 1,25$ cm opp i 2. etasje. Eventuelt andre forgreninger av vannrøret er avstengt. I det følgende betrakter vi vann som en ideell væske.

- a) Vannet i 2. etasje renner ut i et badekar. Vannet strømmer inn til huset gjennom inntaksrøret med en hastighet på $v_1 = 1,50$ m/s. Hva er strømningshastigheten v_2 i røret som leder opp til 2. etasje?

Tappekransen over badekaret i 2. etasje ligger en høyde $h = 4,80$ m over inntaket (se figuren). Det totale vanntrykket ved inntaket til huset er $p_1 = 3,45 \cdot 10^5$ Pa. Vi forutsetter at vannrørets diameter er uforandret helt til utløpet.

- b) Hva er det totale trykket p_2 når vannet renner ut i badet?
 c) Hva er *strømningsraten* r (i liter pr. sekund) der vannet renner ut i badet?
 d) Hvor lang tid t_f tar det å fylle badekaret med volumet $V=80$ liter vann?
 e) Hva er vannets totale trykk i røret på badet når tappekransen er stengt?

Oppgave 3



Figuren viser en kobling kalt Wheatstones bro (*Wheatstones bridge*). Den består av en spenningskilde med elektromotorisk spenning lik V , som via en bryter B_1 kan kobles til et motstandsnettverk med to grener fra punkt a til b. Hver gren består av to seriekoblede motstander, der R_1 , R_2 og R_3 er kjent og R_x er ukjent. Motstanden R_3 kan varieres. Mellom pkt. c og d kan et amperemeter kobles inn via bryteren B_2 .

- a) Bryteren B_2 er åpen. Finn et uttrykk for motstanden $R_{a,b}$ mellom punktene a og b.
 b) Bryteren B_2 er fremdeles åpen, mens B_1 er lukket. Vis at strømmen I_1 gjennom motstandene R_1 og R_2 og strømmen I_2 gjennom motstandene R_3 og R_x er hhv.:

$$I_1 = \frac{V}{R_1 + R_2} \quad \text{og} \quad I_2 = \frac{V}{R_3 + R_x}.$$

- c) Vis at spenningen i punktene c og d er gitt ved:

$$V_c = V \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{og} \quad V_d = V \cdot \frac{R_x}{R_3 + R_x}.$$

Så kobles også bryteren B_2 inn, og motstanden R_3 varieres inntil det ikke går strøm mellom punktene c og d.

d) Vis at motstanden R_x nå er gitt ved:

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

e) Motstandene har verdiene $R_1 = 1,00 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1,50 \text{ k}\Omega$ og $R_3 = 1,79 \text{ k}\Omega$. Beregn tallverdien for motstanden R_x .

Oppgave 4

Mange radioaktive isotoper produseres ved å bestråle stabile kjerner med nøytroner. Dersom det i en bestråling dannes F radioaktive kjerner pr sekund, vil forandringen dN i antall radioaktive kjerner i et lite tidsrom dt være gitt ved

$$dN = F \cdot dt - \lambda \cdot N \cdot dt,$$

Det siste leddet i ligningen tar hensyn til at noen av de dannede kjernene er radioaktive og derved må trekkes fra det antall kjerner som er dannet i det samme tidsrom dt . Det første leddet er konstant, mens det andre leddet vokser med N . Etter en tid blir derfor N omtrent konstant, og dN kan med god nøyaktighet settes lik null. Antall kjerner N da kaller vi N_∞ .

a) Finn et uttrykk for N_∞ , og beregn N_∞ dersom halveringstiden er 8 minutter og $F = 10^9$ reaksjoner pr. sekund.

b) En bikonveks linse med fokalavstand f avbilder et objekt som står til venstre for linsa. Objektavstanden er $s = 3f$.

Hva er bildeavstanden s' , og hva er forstørrelsen m ?

c) En tett, solid og termisk isolert beholder med indre volum V , inneholder n mol av en enatomisk ideell gass. Gassens og beholderens temperatur er T_1 . Beholderens totale varmekapasitet er C_b , og gassens konstant volum molare varmekapasitet er gitt ved $C_V = \frac{3}{2}R$. (R er den universelle gasskonstanten.)

Beholderen med gass tilføres en varmemengde Q , slik at temperaturen øker til T_2 . Finn temperaturstigningen $T_2 - T_1$ uttrykt ved Q , C_b , n og R .

d) I prosessen beskrevet i oppgave c) øker trykket fra p_1 til p_2 . Vis at p_2 uttrykt ved p_1 og temperaturene er:

$$p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}.$$

e) Etter varmetilførselen er $p_2 = 4 \cdot p_1$. Før varmetilførselen var gassen og beholderens temperatur 20°C . Hva ble T_2 ?