

# **Avdeling for ingeniørutdanning**

## **Eksamen i Fysikk 3-terminsordning**

**Dato:** 29.11.2010

**Tid:** 0900-1400

**Antall sider inklusive forside:** 4 + 4 sider vedlegg

**Antall oppgaver:** 5

**Tillatte hjelpemidler:** Vedlagt formelark, håndholdt kalkulator som ikke kommuniserer trådløst.

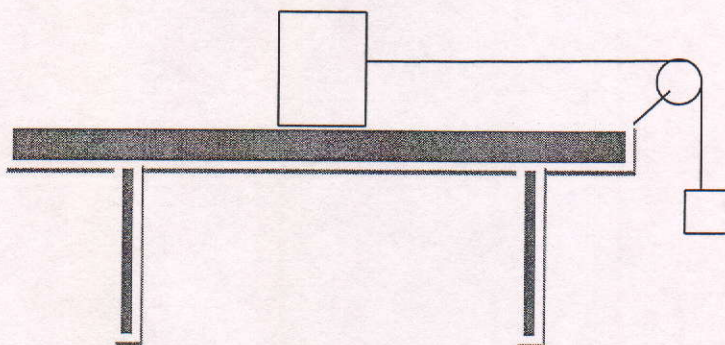
**Merknad:** Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig. Ved eventuelle uklarheter i oppgaveteksten skal du redegjøre for de forutsetninger du legger til grunn for løsningen.

**Faglig veileder:** Ivar Johannesen

| Utarbeidet av<br>(faglærer): | Kontrollert av (en av disse): |        |                                | Studieleders/<br>Fagkoordinators<br>underskrift: |
|------------------------------|-------------------------------|--------|--------------------------------|--------------------------------------------------|
|                              | Annen lærer                   | Sensor | Studieleder/<br>Fagkoordinator |                                                  |
| Ivar Johannesen              | John Haugan                   |        |                                | Kjetil Grønning                                  |

**Emnekode:** FO911A

### Oppgave 1

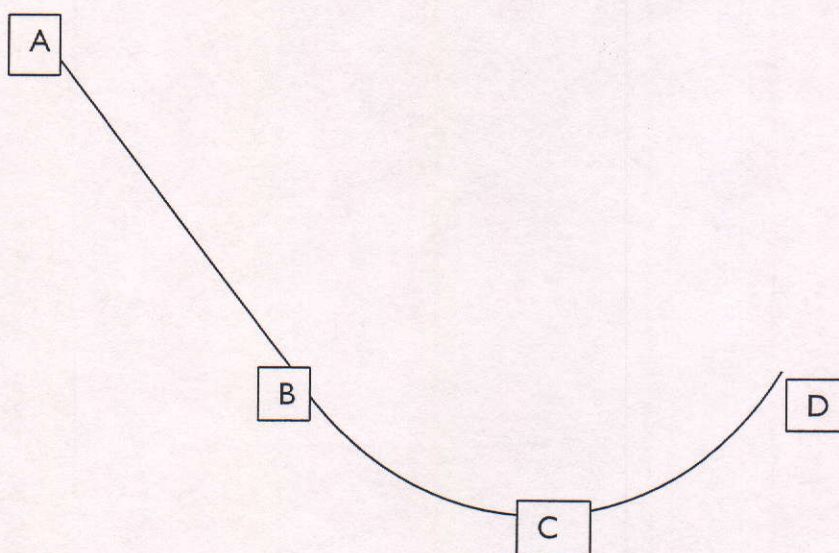


En kloss med masse  $M = 4,0 \text{ kg}$  er plassert på et bord. Fra klossen går det en snor over en liten trinse og ned til et lodd med masse  $m = 3,0 \text{ kg}$ . Snor og trinse regnes masseløs. Friksjonskoeffisienten mellom bordet og klossen er  $\mu = 0,15$ .

- Tegn figur som viser alle ytre krefter på systemet kloss + lodd.
- Beregn akselerasjonen til klossen og loddet. Forklar tydelig hvilket system du betrakter når du setter opp likningene.
- Beregn snordraget. Forklar igjen tydelig hva du velger som system.

### Oppgave 2.

I denne oppgaven kan du sette  $g = 10 \text{ m/s}^2$

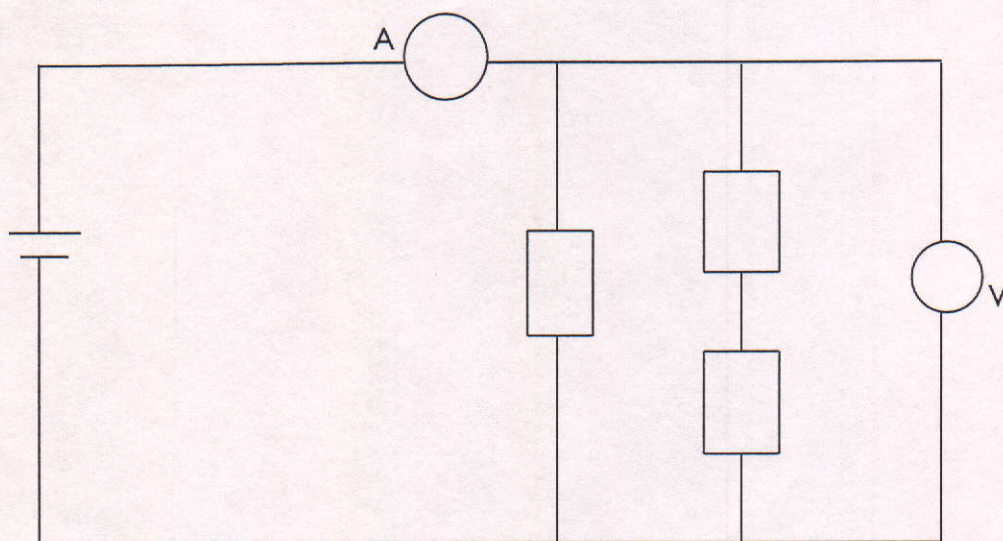


En liten kloss med masse  $m = 0.20 \text{ kg}$  glir i en glatt renne fra A til D. Mellom B og D er renna er del av en sirkel med radius  $r = 1,0 \text{ m}$ . Punktene B og D ligger like høyt over C. Klossen forlater renna i D med hastighet  $v = 6,0 \text{ m/s}$  i retning  $40^\circ$  med horisontallinjen.

- Klossen starter i ro ved A. Hva er den vertikale høydeforskjellen mellom A og B?
- Vis at høydeforskjellen mellom C og D er  $0.23 \text{ m}$ . Hva er klossens hastighet i C?
- Hvor stor er kraften på klossen fra renna i laveste punkt C?

### Oppgave 3

Figuren viser en elektrisk krets med batteri, amperemeter, voltmeter og en parallellkopling av tre motstander.



Batteriet har elektromotorisk spenning  $6,0 \text{ V}$ , og polspenningen måles til  $5,0 \text{ V}$  når strømmen er  $I = 2,0 \text{ A}$ . Strømmen måles i amperemetret.

- Beregn den indre resistans i batteriet.
- Amperemetret har resistans  $R_A = 0.3 \Omega$ . Hvilken spenning viser voltmeteret?
- Motstandene i parallellkoplingen har alle lik resistans  $R$ . Beregn  $R$ .

### Oppgave 4

Vi fyller  $10 \text{ dm}^3$  vann i et kar. Kar og vann er isolert fra omgivelsene. Etter en stund måles temperaturen til å være  $t_1 = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

En rektangulær isblokk som holder temperaturen  $t_{is} = -5,0 \text{ }^\circ\text{C}$  senkes ned i vannet. Vannet har tetthet  $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$ . Isen har tetthet  $\rho_{is} = 920 \text{ kg/m}^3$ . Volumet av isblokken er  $2 \text{ dm}^3$ .

- Et lodd legges oppå isen for å presse denne ned i karet. Hvor stor masse må loddet ha for at isblokken akkurat skal tangere vannflaten?
- Loddet tas bort, og karet med is og vann settes på en kokeplate som yter effekten  $P = 1000 \text{ W}$ . Hvor lang tid tar det før karet med innhold på ny holder temperaturen  $t_2 = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

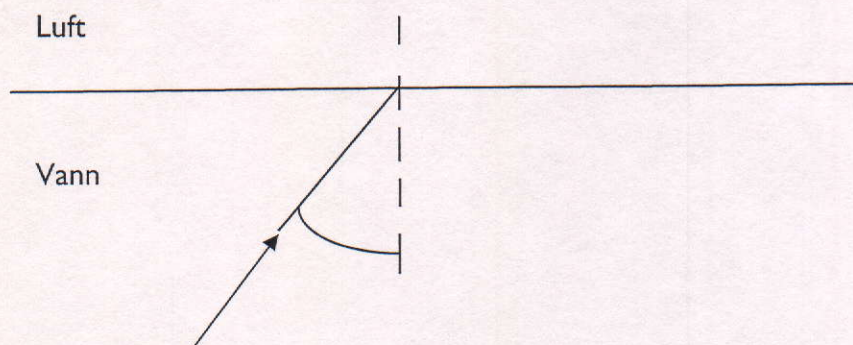
Spesifikk varmekapasitet for is:  $c_{is} = 2100 \text{ J/kg K}$

Spesifikk varmekapasitet for vann:  $c_v = 4200 \text{ J/kg K}$

Smeltevarme for is:  $l_{is} = 330000 \text{ J/K}$

### Oppgave 5

Vi sender ensfarget lys mot grenseflaten mellom vann og luft. Vann har brytningsindeks  $n = 1.33$  relativt til luft. Lyset har en innfallsvinkel på  $40^\circ$  med innfallsloddet.



- Regn ut brytningsvinkelen. Tegn en skisse av strålegangen.
- Innfallsvinkelen økes til  $60^\circ$ . Forklar hva som skjer og tegn ny skisse.
- Det ensfargede lyset kommer fra en laser som sender ut bølger med lengde  $\lambda = 570 \text{ nm}$  i luft. Hvilken bølgelengde har lyset i vann? ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ )
- Laserstrålen går nå i luft og treffer et gitter med 300 linjer pr. mm.
- Tegn og beskriv hva du vil se på en skjerm bak gitteret. Avstanden mellom gitter og skjerm er  $1,0 \text{ m}$ . Regn ut avstanden mellom 3.ordens maksimum og senterlinjen.

## Formelark for 3T fysikk

Tetthet:  $\rho = \frac{m}{V}$  masse/ volum

### Rettlinjet bevelse:

Konstant hastighet  $v = \frac{s}{t}$ , der  $t$  er tid,  $s$  er posisjon

Konstant akselerasjon  $a = \frac{v-v_0}{t}$ . I tyngdefeltet er  $a = g$ ,  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  gjennomsnittsverdi ved jordoverflaten.

Bevegelseslikninger:  $v = v_0 + at$ ,  $s = \frac{v_0+v}{2}t$ ,  $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ ,  $v^2 - v_0^2 = 2as$

### Kraft og bevegelse:

Newton's 2.lov:  $F = ma$  der  $m$  er systemets totale masse,  $F$  er summen av alle ytre krefter.

Før du bruker formelen må systemet være definert.

Tyngde  $G = mg$

Friksjon:  $R = \mu N$ , for legemer i ro gjelder  $R \leq \mu N$ ,  $N$  er kraften fra underlaget normalt på kontaktflaten.  $\mu$  er friksjonskoeffisient mellom legemet og underlaget.

Mekanisk energi: kinetisk + potensiell energi

Arbeid:  $W = Fs$  når  $F$  = konstant,  $F$  parallell med  $s$ .

$W = Fs \cos \alpha$  når  $F$  danner en vinkel  $\alpha$  med forflytningen. Bare kraftkomponenten tangentielt til banen gjør arbeid.

Kinetisk energi:  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

Potensiell energi i tyngdefeltet:  $E_p = mgh$

Potensiell energi for elastisk fjær:  $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ ,  $k$  er fjærstivhet,  $x$  forlengelse fra likevektsposisjon

Total mekanisk energi i tyngdefelt:  $E_k + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + mgh$  = konstant når vi ser bort fra luftmotstand

Effekt:  $P = Fv = F \frac{s}{t}$  arbeid/ tid gjelder når  $F$  = konst,  $v$  = konst

### Kraft og bevegelse i planet:

Kraft, hastighet og akselerasjon er vektorer. En vektorlikning gir to skalare likninger i x- og y- retning. Bevegelsen i x- retning og y- retning er uavhengig av hverandre.

Skrått kast i tyngdefeltet: Bare tyngdekraften nedover virker på bevegelsen.

$$x = (v_0 \cos \alpha) t, \quad v = (v_0 \sin \alpha) t - \frac{1}{2} g t^2,$$

$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha, \quad v_y = v_{0y} - g t = v_0 \sin \alpha - g t$$

$$v_y^2 - v_{0y}^2 = 2 g y$$

Sentripetalakselerasjon:  $a = \frac{v^2}{r}$ . Ved sirkelbevegelse med konstant banefart er akselerasjonen rettet inn mot sentrum av sirkelen.

Akselerasjon nedover skråplan uten friksjon:  $= g \sin \alpha$ ,

Akselerasjon nedover skråplan med friksjon:  $= g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$

Oppgaver med skråplan uten friksjon kan med fordel løses med energilikningen, hvis det er friksjon må du ta hensyn til friksjonsarbeidet. (Endring av total energi = friksjonsarbeid)

Oppgaver på friksjonsfrie renner av ulik form (for eksempel barnehageskler) må løses ved energilikningen, da akselerasjonen varierer under bevegelsen.

### Mekanikk i væsker og gasser

Trykk:  $p = \frac{F}{A}$ , måles i Pascal:  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ , normalt lufttrykk =  $1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 101 \text{ kPa}$

Hydrostatisk trykk i væske:  $p = p_0 + \rho g h$ ,  $h$  er dybden under væskeoverflaten.

Oppdrift:  $O = \rho g V$ , der  $\rho$  er tetthet av væsken og  $V$  er volumet av fortrenget væskemengde. Er legemet helt nedsenket i væsken, er derfor  $V$  lik volumet av legemet

### Termofysikk

Kelvinskala:  $T = t + 273$

Energiloven: Energi kan ikke oppstå eller forsvinne, bare gå over i andre former.

Varme: energioverføring som skyldes ulik temperatur. All annen energioverføring kalles arbeid.

Varmekapasitet:  $C = \frac{Q}{\Delta t}$  varme som må tilføres for å øke temperaturen 1 grad. Brukes for konkrete kar, kalorimetre etc.

Spesifikk varmekapasitet:  $c = \frac{Q}{m \Delta t}$  varme som må tilføres for å varme opp 1 kg av stoffet 1 grad.  
Tabellverdi.

Spesifikk smeltevarme:  $l_s = \frac{Q}{m}$  varme som trengs for å smelte/ størkne 1 kg stoff ( for eksempel is/vann)

Spesifikk fordampningsvarme:  $l_d = \frac{Q}{m}$  varme som trengs for å fordampe/ kondensere 1 kg stoff (for eksempel vann/damp)

### Gasslovene for ideal gass

Tilstandslikningen for ideal gass:  $\frac{pV}{T} = Nk$ . Mellom to tilstander:  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ ,  $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

Kinetisk gassteori:  $\frac{1}{2} m v^2 = \frac{3}{2} N k T$

Termodynamikkens 1.lov:  $= \Delta U + W$ , der  $W > 0$  når systemet utfører arbeid på omgivelsene.

Ved konstant trykk – prosesser gjelder  $W = p \Delta V$

Ved adiabatisk (varmeisolerte) prosesser gjelder  $Q = 0$ . Arbeidet går da på bekostning av den indre energi, og temperaturen synker når systemet utfører arbeid.

Termodynamikkens andre lov: Varme går ikke av seg selv fra et sted med lav temperatur til et sted med høy temperatur.

Varmepumper og kjøleskap bringer varme fra kaldere til varmere steder, men er avhengig av tilført arbeid fra elektromotor/pumpe.

### Elektrisitet:

Coulombs lov mellom to punktladninger  $Q$  og  $q$ :  $F = k_e \frac{Qq}{r^2}$ , der  $k_e = 8.99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

Elektrisk feltstyrke:  $= \frac{F}{q}$  kraft/ladning

Potensiell energi i et homogent felt:  $E_p = q U = q E s$

Elektrisk strøm:  $= \frac{Q}{t}$ , strøm er transport av (positive) ladninger, selv om det er elektronene som er mobile. Definisjonen henger igjen fra gammel tid da man ikke hadde korrekt teori for atomenes indre struktur.

Kirchhoffs 1.lov:  $\sum I = 0$  i et knutepunkt (kontinuitetsbetingelse for strøm, det går like mye strøm ut som inn av et knutepunkt, strømmen kan ikke hope seg opp).

Kirchhoffs 2.lov:  $\sum U = 0$  rundt en lukket krets (spenning = potensialforskjell, i en lukket krets kommer du tilbake til utgangspunktet).

Ohms lov:  $U = RI$ , spenningen over en motstand med resistans  $R$ .

Seriekopling av motstander:  $R = \sum R_i$  (resistanser summeres)

Parallellkopling av motstander:  $\frac{1}{R} = \sum \frac{1}{R_i}$  (konduktanser summeres)

Elektromotorisk spenning og polspenning:  $\mathcal{E} = R_i I + U_p$ ,  $U_p = R_y I$ , der  $R_i$  er indre resistans i batteriet og  $R_y$  er summen av resistanser i den ytre kretsen mellom batteripolene.

### Lys

Snell's lov ved brytning mellom to optiske media:  $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$

Når  $n_1 = n_2$ , følger at  $\alpha_1 = \alpha_2$  (refleksjon, her er bare et medium).

Totalrefleksjon kan forekomme når medium 1 er optisk tettere enn medium 2:  $n_1 > n_2$ . Da oppstår en grensevinkel for  $\alpha_1 = \alpha_{gr}$  når  $\alpha_2 = 90^\circ$ :  $\sin(\alpha_{gr}) = \frac{n_2}{n_1}$

### Bølger

Bølgefart i vakuum:  $c$ ,  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s = 300000 km/s. Verdien brukes også for bølgefart i luft.

Bølgelengde:  $\lambda$

Frekvens:  $f = c/\lambda$

Periode:  $T = 1/f$

Brytningsindeks mellom medium og luft (vakuum):  $n = \frac{c}{v}$ ,

$v$  er bølgefarten i mediet. Da  $n > 1$ , vil alltid bølgefarten i mediet være mindre enn farten i vakuum.

Medium kan være vann, glass, plast etc.

Interferens ved dobbeltspalt eller gitter:  $d \sin \theta_n = n \lambda$ ,  $d$  er avstanden mellom spaltene

$|n| = 0, 1, 2, 3, \dots$  gir konstruktiv interferens (max forsterkning), mens  $|n| = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \dots$  gir destruktiv interferens, dvs. utsløkning.