

Avdeling for ingeniørutdanning

Eksamen i Fysikk 3-terminsordning

Dato: 22.02.2011

Tid: 0900-1400

Antall sider inklusive forside: 4 + 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.

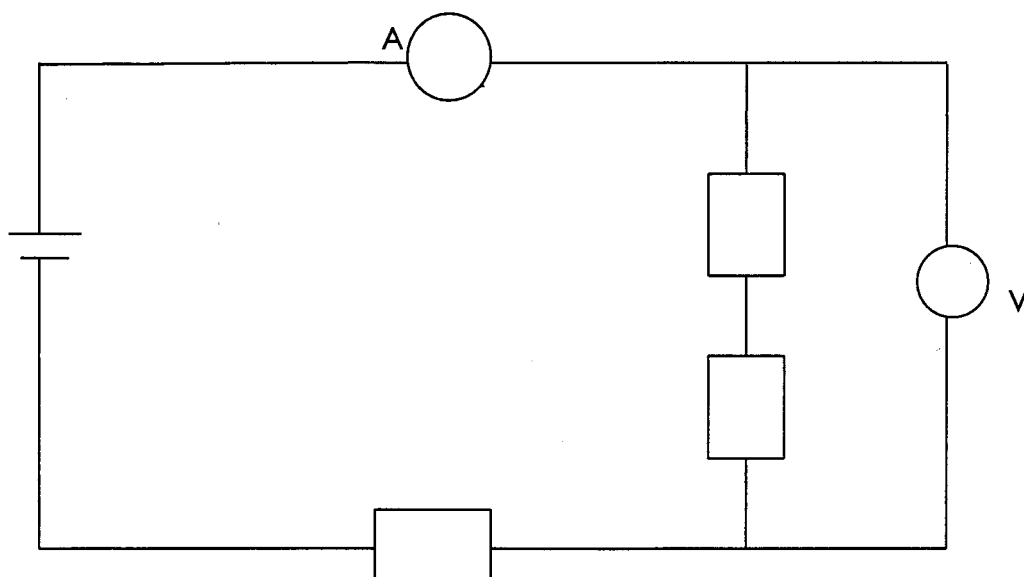
Faglig veileder: Ivar Johannesen

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

Emnekode: FO911A

Oppgave 1

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



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

- Beregn den indre resistans i batteriet.
- Amperemetret har resistans $R_A = 0,1 \Omega$. Voltmeteret antas å ha uendelig stor resistans. De seriekoblede motstandene har lik resistans R . Beregn R .
- Hvilken verdi viser voltmeteret?

Oppgave 2

Andreas kaster spyd med utgangshastighet $v_0 = 30 \text{ m/s}$. Utgangsvinkelen er $\alpha = 35^\circ$ oppover i forhold til horisontalplanet. Spydet forlater kastarmen i høyden $h_0 = 2 \text{ m}$ over bakken.

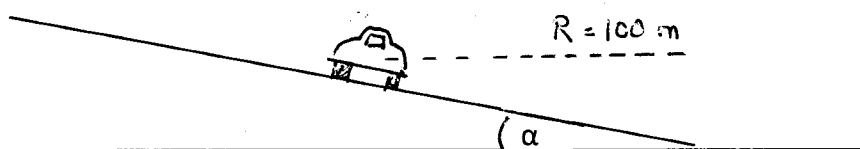
- Sett opp bevegelseslikningene i x - retning og y - retning.
- Beregn høyeste punkt i kastbanen.
- Hvor langt kaster Andreas spydet?

Oppgave 3

En bil kjører gjennom en horisontal sving med radius $R = 100$ m. Friksjonskoeffisienten mellom hjul og underlag er $\mu = 0,4$.

- Tegn inn kreftene som virker på bilen, sett ovenfra og fra siden.
- Hva er den største hastigheten bilen kan ha for å gjennomføre svingen?

Anta svingen er dosert med en hellingsvinkel på $\alpha = 10^\circ$. (Bilen kjører på tvers av et skråplan med denne helling). Bilen følger en horisontal, glatt sirkelbane med radius $R = 100$ m. Vi ser derfor bort fra friksjon.



- Tegn inn kreftene som nå virker på bilen på figuren..
- Hvor stor er den største hastigheten bilen nå kan ha for å gjennomføre svingen?

Oppgave 4

En ballong med volum $V = 0,600$ m³ er fylt med den en-atomige gassen helium. Trykket i ballongen er 20,0 % høyere enn atmosfæretrykket, som er $p = 101$ kPa. Temperaturen er $t = 15,0$ °C.

- Regn ut hvor mange heliumatomer det er i ballongen.
- Massen av et heliumatom er $6.64 \cdot 10^{-27}$ kg. Regn ut massen av heliumgassen.

Ballongen blir holdt i ro ved hjelp av en tynn, vertikal snor. Vi ser bort fra massen til snora. Luftas massetetthet er $1,22$ kg/m³.

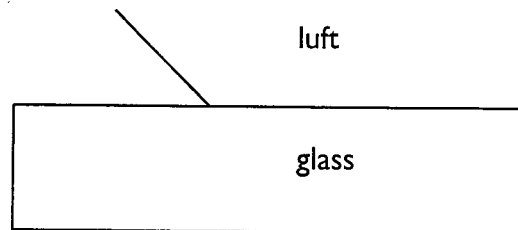
- Regn ut hvor stor oppdrift ballongen har i luft.
- Ballonghylsteret har massen $m = 120$ g. Hvor stort er snordraget?

Vi slipper snora slik at ballongen stiger til værs. Ballongen utvider seg gradvis og sprekker når volumet har økt med 100 %. Temperaturen i gassen når ballongen sprekker, er $-21,0$ °C.

- Hvor stort er trykket inne i ballongen rett før den sprekker?

Oppgave 5

Vi sender ensfarget lys på skrå mot et rektangulært glassprisme. Glassplaten er omgitt av luft på alle sider. Glasset har brytningsindeks $n = 1,6$.



- a) Innfallsvinkelen er $\alpha = 40^\circ$. Beregn og tegn strålegangen gjennom prismet.
- b) Forklar begrepet totalrefleksjon og når det kan inntreffe. Hvor må lyskilden stå om du skal kunne få totalrefleksjon i glassprismet?

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 (dynamikk)

Kraft er en vektor, og krefter må summeres og dekomponeres som vektorer. Definer koordinatsystemet før du setter opp vektorlikninger.

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

Indre og ytre krefter avhenger av valg av system. Før du bruker formelen må derfor systemet være definert.

Tyngde $G = mg$

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

Mekanisk energi: kinetisk energi (bevegelsesenergi) + potensiell energi (stillingsenergi)

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

$W = Fs \cos \alpha$ når F danner en vinkel α 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: $E_p = \frac{1}{2}kx^2$, der k er fjærstivhet, x forlengelse fra likevektsposisjon

Total mekanisk energi i tyngdefelt: $E_k + E_p = \frac{1}{2} m v^2 + m g h = \text{konstant}$ når vi ser bort fra luftmotstand

Effekt: $P = F v = F \frac{s}{t}$ arbeid/ tid gjelder når $F = \text{konst}$, $v = \text{konst}$. En effektiv person er en som får unna mye arbeid på kort tid.

Bevegelseslikninger i planet (kinematikk):

Hastighet og akselerasjon er vektorer. En vektorlikning gir to skalare likninger i x- og y- retning. Bevegelsene i x- retning og y- retning er uavhengige av hverandre.

Skrått kast i tyngdefeltet: Bare tyngdekraften nedover virker på bevegelsen når vi ser bort fra luftmotstand.

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

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

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

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

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

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

Akselerasjon oppover skråplan med friksjon: $a = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$

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 = $1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 101 \text{ kPa}$.

Vektorstørrelse.

Hydrostatisk trykk i væske: $p = p_0 + \rho g h$, hvor p_0 er trykket ved væskeoverflaten (som regel lufttrykket), h er dybden under væskeoverflaten. Skalar størrelse, hydrostatisk trykk er uavhengig av retningen den virker.

Oppdrift: $O = \rho g V$, der ρ 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: $T = t + 273$, der t måles etter Celsiuskala.

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

Varmer: 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°C
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: $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$, $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

Massen av et proton: $1 u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (1 atomær enhet)

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

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

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

Ved konstant volum-prosesser gjelder $W = 0$

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

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

Elektrisk strøm: $I = \frac{Q}{t}$, 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: $\varepsilon = R_i I + U_p$, $U_p = R_y I$, 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 for elektromagnetiske bølger i vakuum: c , $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} = 300000 \text{ km/s}$. Verdien brukes også for bølgefart i luft.

Lys er elektromagnetiske bølger med bølgelengder i området 300-700 nm. $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$. Rødt lys har høyest bølgelengde, fiolett minst.

Bølgelengde: λ

Frekvens: $f = \frac{c}{\lambda}$. Kortbølget lys har høyest frekvens (og høyest energi).

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.