Eksamensoppgaver i fysikk for Elektro.

Innhold:

02, 02utsatt,
03, 03utsatt
04 og 04 utsatt
05 og 05 utsatt
06 og 06 utsatt

Med løsningsforslag.

Rolf Ingebrigtsen

Innledning

Dette heftet består av to deler: Del 1 med eksamensoppgaver og del 2 med løsningsforslag.

Eksamensoppgavene er alle gitt i *Fysikk for elektro* her på huset, Fram til våren 2004 var kurset på 6 studiepong. Fra og med 2005 er pensum blir betydelig større, og antall studiepoeng har økt til 10. Det er særlig i elektromagnetisme denne økningen har kommet, vær derfor oppmerksom på at de første eksamensoppgavene i dette heftet ikke gir et fullstendig bilde av hva som er viktig i faget i dag og hva som kan bli gitt til vårens eksamen.

Eksamenstid for nesten samtlige oppgavesett er 3 klokketimer, 2005-oppgavene untatt med 5. Tillatte hjelpemidler - med unntak for 2006 - var læreboka og bare den; sjølsagt sammen med fysiske og matematiske tabeller samt kalkulator. Og ordbok!

Fra og med 2007 er det ikke lenger tillatt å bruke ansre hjelpemidler enn tabeller, ordbok og kalkulator, og eksamenstida er økt til 5 timer. Det er derfor rimelig å anta at eksamensoppgavene vil endre seg litt, - nå vil det også være aktuelt å gi teoretiske oppgaver direkte knyttet til stoffet i læreboka, samtidig som arbeidsmengden i oppgavesettene vil måtte øke litt. Ved siden av at det vil bli lagt enda større vekt på elektromagnetismen.

Likevel tror jeg dette heftet vil være til god hjelp for mange studenter. Mine eksamensoppgaver tar ofte utgangspunkt i praktiske problemstillinger, og ved å jobbe med disse oppgavene vil dere i tillegg til det rent faglige også bli fortrolig med min stil og min måte å formulere meg på.

Del 2 med løsningsforslagene er vel ikke den minst interssante for dere studenter. De er i utgangspunktet laget som reelle eksamensbesvarelser, men de er også laget ut i fra et pedagogisk perspektiv. Dermed inneholder de nok i overkant mye av resonnementer, alternativer og begrunnelser, og jeg tror de ligger godt opp mot hva en sensor forventer av en solid A-besvarelse. En ulempe er det likevel at det er oppgaveforfatteren som også har laget disse løsningsforslagene, og derfor kan selve tolkningen av oppgavene være noe snever.

Rent teknisk er de skrevet i word og derfor har det av praktiske grunner blitt "jukset" litt med vektornotasjon. I stedet for pil over er det i teksten benyttet understrekning for å vise vektorer. $\underline{F}$ betyr altså "F-vektor". I figurene, derimot, er det benyttet vektorpil over symbolet, se f.eks figuren s. 29.

For at du skal få best mulig utbytte av dette materiale. må du bruke dem fornuftig, Hovedregelen må være dette:

Se ikke på løsningsforslaget til en oppgave før du er ferdig med den!

Føler du at du hele tida bare MÅ se i et løsningsforslag når du sitter med en oppgave, så betyr det at du ennå ikke er faglig moden for den oppgaven. Gå heller tilbake til teorien i boka, og jobb med de enklere øvingsoppgavene i boka.

Og en ting til: **Dette er ingen fasit!!!** Får du svar som ikke stemmer med disse løsningsforslagene så er det ikke uten videre gitt at ditt svar er feil. Det er en viss feilprosent til stede i slike løsningsforslag, og dersom det er noe du mener kan være feil, bør du ta kontakt med meg for å få klarhet i hva som er korrekt.

Lykke til!

Hilsen

Rolf Ingebrigtsen

Om å løse eksamensoppgaver

Hovedformålet med en eksamensbesvarelse er å dokumentere faglig kompetanse, vise at du forstår og kan løse problemer og oppgaver, og sist, men ikke minst: At du kan presentere løsningen på en logisk og forståelig måte. En førsteklasses eksamensbesvarelse inneholder derfor ikke bare svar, men også tekst som etablerer en sammenhengende, logisk flyt gjennom hele besvarelsen. (Da vil oppgavens innhold - stort sett - framgå av besvarelsen.) Derfor er det viktig å også legge vekt på "formelle" sider i presentasjonen av løsninga di.

Momenter:

- Oppgavetolkning der oppgaven er diffus
- Figurer som klargjør problemstillingen
- Definisjon av egne symboler , (gjerne i figur)
- Begrunnelser og forklaringer (korte men gode!) for
  - valg av løsningsmetoder
  - utregninger.
- Ved utregninger er hovedregelen

  Formelsvar → innsetting av tall OG evt. SI-enheter →

  svar med fornuftig* ant. siffer OG evt. SI-enhet.
- Klarhet, oversikt, lesbarhet, lay-out
- Husk at direkte bokreferanser hører ikke hjemme i en eksamensbesvarelse.

Som vedlegg til alle disse eksamensoppgavene har det fulgt et vedlegg - **Vedlegg 1** - med konstanter . På neste side ser du dette vedlegget, og det er ikke tatt med ellers i heftet.

* Det vil her si 2 -3 gjeldende siffer i sluttsvar, noe avhengig av de konkrete tallene og den aktuelle nøyaktigheten.

Vedlegg 1:

Noen fysiske konstanter:

Tyngdens akselerasjon	$g = 9.81 m/s^2$
Elementærladningen e	$e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ C
Coulombkonstanten	$k_0 = 8,99 \cdot 10^9$ Nm^2/C^2
Den magnetiske permeabiliteten for vakum	$\varepsilon_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Tm/A
Elektronmassen	$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg
1 u (den atomære masseenheten)	$1u = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg
Boltzmanns konstant	$k = 1,381 \cdot 10^{-23}$ J/K
Avogadros tall N_A	$N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$
Lengdeutvidelseskoeffisient α	Aluminium: $\alpha = 24 \cdot 10^{-6}$ K^{-1}
Varmeledningsevne	Aluminium : $\lambda = 205$ W/(m·K) Glimmer: $\lambda = 0,95$ W/(m·K) Luft: $\lambda = 0,024$ W/(m·K)
Spesifikk varmekapasitet c	Aluminium: c = 910 J/(kg·K) Vann: c = 4,2 kJ/(kg·K)
Tetthet ρ	Vann: $\rho = 1,00 \cdot 10^3$ kg/m^3 Stål: $\rho = 7,8 \cdot 10^3$ kg/m^3
Stefan-Boltzmanns konstant	$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ $W/(m^2 \cdot K)$

Varmeovergang/vertikal flate	$h = 1,77 \cdot (\Delta T)^{¼}$ $W/(m^2 \cdot K)$
Termisk resistans	$R_\theta = \Delta T / \Phi$ [K/W el. ºC/W]

DEL 1: Eksamensoppgaver:

****

Eksamen i Fysikk FO300A 29. mai 2002

Oppgave 1 (26%)

I denne oppgaven skal dere se bort fra luftmotstanden og vi regner med at størrelsen til metallkula i oppgaven ikke har noen betydning for utregningene.

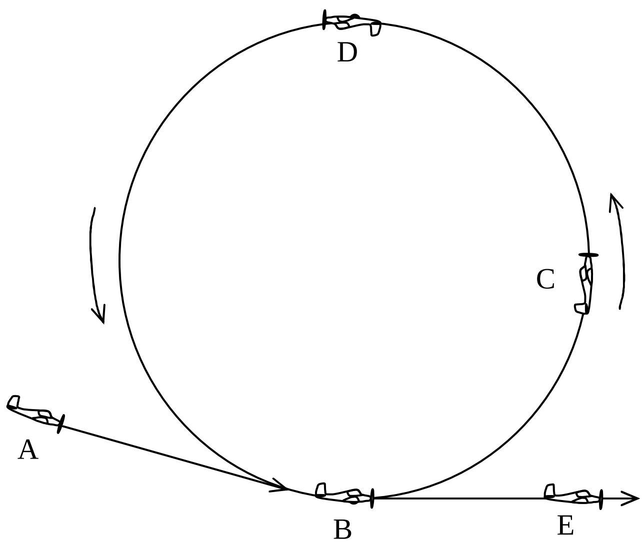
a)12% Ei kule av metall skytes rett opp (vertikalt) fra en katapult. Kula når en maksimal høyde på 6,50 m over utskytningsstedet før den faller ned igjen. Hvor stor fart har den i utskytningsøyeblikket (til å begynne med)? Hvor lang tid bruker den opp til dette topp-punktet?

b)7% Katapulten stilles inn horisontalt (vannrett) 10,00 m over et horisontalt underlag. (Kula beveveger seg altså horisontalt i utskytningsøyeblikket.) Kula skytes ut med en utskytingsfart på 11,3 m/s og går i en bue før den treffer underlaget. Hvor lang tid går det før den treffer underlaget, når utskytningspunktet ligger 10,00m over underlaget?

c)7% Hvor langt er det fra utskytningspunktet og til nedslagspunktet (det stedet der den treffer underlaget)?

Oppgave 2 (30%)

Et småfly kommer inn i en vertikal sirkelbane som vist i figuren til høyre, - det vil si at flyet utfører en såkalt "loop". Det kommer inn fra posisjon A, beveger seg i sirkelen forbi B (bunnpunktet) , videre forbi C, videre via D (topp-punktet) og tilbake til B, der det forlater sirkelbanen og fortsetter i ei rett linje mot E.



Den totale massen til flyet med drivstoff, last og pilot inkludert, er 1450 kg. Radien i sirkelbanen er 110 m.

Vingeløftet står normalt på fartsretningen.

I punkt A (før flyet kommer inn i sirkelbanen) flyr det på skrå nedover mot høyre i figuren i en vinkel på 15 grader med horisontalplanet, og fartsmåleren ombord viser 55 m/s. Trekkraften fra propellen i denne posisjonen er1840 N parallelt med fartsvetoren, og luftmotstanden er 1000 N. Den totale løftekrafta fra vingene og på flyet står normalt på fartsvektoren til flyet, og normalt på ei rett linje mellom vingespissene. (Altså rett opp i forhold til de som sitter i flyet..)

a)10% Tegn figur som viser kreftene på flyet i punkt A. Hvor stor akselerasjon har flyet her?

b)6% Ved 1.gangs passering av punkt B i sirkelbanen viser fartsmåleren i flyet 75m/s. Hvor stor er sentripetalakselerasjonen i dette punktet?

c)8% Hvor stort er den totale løftekrafta fra lufta og på vingene i punkt B?

d)6% Hvor stor fart må flyet ha i punkt D for at flyveren skal føle seg vektløs i dette punktet? (Vektløshet er det samme som fritt fall.)

Oppgave 3 (17%)

For å hindre overoppheting av en transistor, monterer vi den på ei 2,0 mm tykk, svart aluminiumsplate (kjølefinne). Plata måler 7,0cm · 18,0cm, og den monteres vertikalt inne i et kabinett, med åpning mot luft på begge sider.

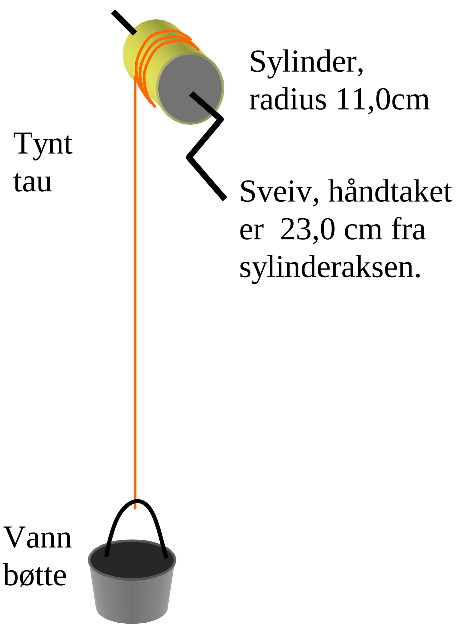
a)10% Hva er det største effekttapet komponenten kan ha , når vi ikke vil ha høyere temperatur på kjøleflata enn 100 ^{o}C, og kabinett-temperaturen kan bli opp til 50^{o}C?

Vis at den termiske resistansen da er 2,7 K/W!

b)7% Transistoren er montert på ei 0,10 mm tykk skive av glimmer, og kontaktflata mellom transistoren og aluminiumsplata er 0,93cm^2. Temperaturen på kjøleflata er 100 ^{o}C. Hvor stor er overflatetemperaturen på transistoren når effekten (varmeutviklingen inne i transistoren) er 18W?

Oppgave 4 (27%)

En brønn av den gammeldagse typen er utstyrt med en anordning for å heise opp ei vannbøtte i et tau. Dette tauet er viklet rundt en sylinder som ligger på tvers over brønnåpningen. Gjennom sylinderaksen går det en aksling, som på den ene sida er bøyd til ei sveiv. Denne akslingen ligger i ett lager på hver side av brønnåpningen, slik at sylinderen kan rotere når vi sveiver. Se figuren til høyre!



Det totale treghetsmomentet til aksling og sveiv er 0,012kgm^2. Sylinderen alene veier 4,2 kg. Vi ser bort i fra vekten av tauet.

a)12% Det er 5,3 m fra brønnåpningen og ned til vannet. Hvor fort må du sveive med konstant fart (vinkelfart) for å heise opp ei bøtte med vann i løpet av 10 sekunder? Hvor mange omdreininger må du gjøre på sveiva?

b)7% Hvor stor kraft må vi bruke på sveiva for å heise opp ei full bøtte, dvs. 15,0 kg, når friksjonsmomentet i opphegningspunktene (lagrene) er 1,2 Nm, og vi bruker konstant fart?

c)8% Når bøtta er kommet opp, tømmer vi ut noe av vannet. Så slipper vi sveiva. Straks begynner bøtta å akselerere nedover, mens sveiva roterer fortere og fortere. I denne situasjonen er strammingen i tauet 21 N, og friksjonsmomentet er 1,2 Nm (som i b)

Hvor lenge går det før bøtta treffer vannet nede i brønnen?

Utsatt eksamen i Fysikk FO300A 9. august 2002

Oppgave 1 (22%)

I denne oppgaven skal dere se bort fra luftmotstanden, og vi regner ikke med at størrelsen til metallkula i oppgaven har noen betydning for utregningene.

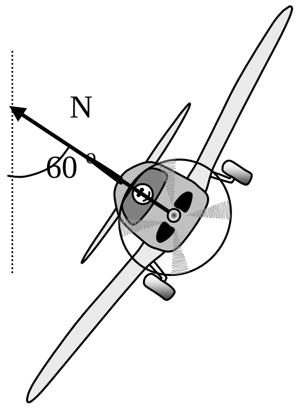
a)6% Ei metallkule skytes ut horisontalt (vannrett) noen meter over et horisontalt underlag og går i en bue før den treffer underlaget 0,94 s seinere. (Kula beveveger seg altså horisontalt i utskytningsøyeblikket.) Fra utskytningspunktet og til nedslagspunktet (det stedet der den treffer underlaget) er det 13,4 m i luftlinje.

Hvor høyt over det horisontale underlaget ligger utskytningspunktet?

b)7% Hvilken banefart starter metallkula med fra utskytningspunktet?

c)9% Hvor stor banefart har metallkula i nedslagspunktet, og hvor stor er vinkelen mellom fartsretningen og horisontalplanet?

Oppgave 2 (30%)



Et småfly ligger i en høyresving med konstant banefart. Høyden over bakken er konstant, slik at banen er en horisontal sirkel. Under denne manøveren krenger flyet 60^{O} slik som som vist i figuren til høyre. (Ei rett linje mellom vingespissene danner en vinkel på $60\,^{o}$ med horisontal-planet.)

Figuren viser også vingeløftet N, som er den totale løftekrafta fra vingene og på flyet. Denne krafta står normalt på fartsvektoren til flyet, og normalt på ei rett linje mellom vingespissene. (Altså rett opp i forhold til de som sitter i flyet..)

Den totale massen til flyet med drivstoff, last og pilot inkludert, er 1350 kg. Fartsmåleren i flyet viser 55 m/s, og trekk-kraften fra propellen i denne posisjonen er1200 N. Den virker i flyets lengderetning, altså i fartsretningen.

a)6% Hvor stor er luftmotstanden mot bevegelsen?

b)6% Vis at sentripetalakselerasjon til flyet er 17,0 m/s^2 !

c)5% Hvor stor er radien i banen?

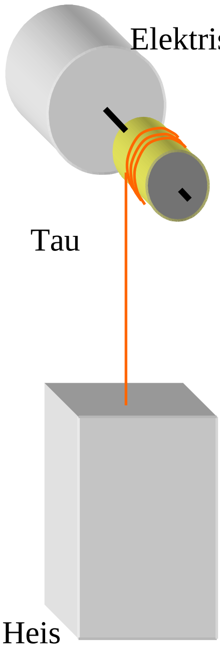
d)6% Hvor stort er vingeløftet N?

e)7% Hvilket av alternativene under er korrekt? Begrunn svaret!

Piloten føler seg

1. vektløs.
2. like tung som til vanlig.
3. dobbelt så tung som til vanlig.

Oppgave 3 (31%)



Figuren til høyre viser en elektrisk vinsj som brukes til å drive en heis i et bygg. Den består av en elektrisk motor som driver rundt en sylinder som ligger på tvers over heissjakta. Sylinderen har treghetsmomentet 0,155 $kg \cdot m^2$. Vi ser bort i fra massen av tauet.

Den tomme heisen har massen 230kg.

a)12% Heissjakta går fra kjelleren og opp til 5 etasje, - i alt 17,5 m. Hvilken gjennomsnittlig vinkelfart må sylinderen rotere med for at dette skal kunne skje i løpet av 15 sekunder? Hvor mange omdreininger må sylinderen gjøre?

b)7% Hvor stort må kraftmomentet fra motoren være ved konstant fart for å heise opp 4 personer, hver på 80 kg, når friksjonen mellom heis og heissjakt er 90N?

c)12% Hvor stor blir akselerasjonen til heisen dersom kraftmomentet fra motoren er 500 N·m, mens alt ellers er som i punkt b)?

Oppgave 4 (17%)

For å hindre overoppheting av en transistor (en elektronisk komponent), monterer vi den på ei 3,0 mm tykk, svart aluminiumsplate (kjølefinne). Plata måler 8,0cm · 22,0cm, og den monteres vertikalt, med luft på begge sider.

a)10% Hvor stor blir varmen fra denne aluminiumsplata og ut til lufta rundt dersom temperaturen på kjøleflata er 95 ^oC, og lufttemperaturen rundt kjøleplata er 42 ^oC?

b)7% Transistoren skrues nå fast til denne aluminiumsplata, men mellom transistoren og aluminiumsplata plasserer vi ei 0,10 mm tykk skive av glimmer (for å gi elektrisk isolasjon mellom transistoren og plata). Kontaktflata mellom transistoren og aluminiumsplata er 0,93cm^2.. Hvor stor er overflatetemperaturen på transistoren når effekten (varmeutviklingen) inne i transistoren er 27W, og temperaturen på kjøleflata er 95 ^oC?

Eksamen i Fysikk FO300A 28. mai 2003

Oppgave 1 (38%)

En bil med masse 1520 kg kjører med konstant fart på 50 km/h (km per time) i en sving som er en del av en sirkel med radius på 75 m. Veibanen er horisontal (både på langs og på tvers av kjøreretningen). I denne oppgaven skal du betrakte bilen som et punktformet legeme, og vi ser bort fra luftmotstanden.

a)7% Regn ut sentripetalakselerasjonen til bilen.

b)7% Tegn en skisse som viser kreftene som virker på bilen. Figuren skal vise hvilken retning disse kreftene har, og den skal ikke gi et åpenbart feilaktig inntrykk av det innbyrdes størrelsesforholdet mellom dem.

c)7% Regn ut friksjonskrafta mellom veibanen og hjulene.

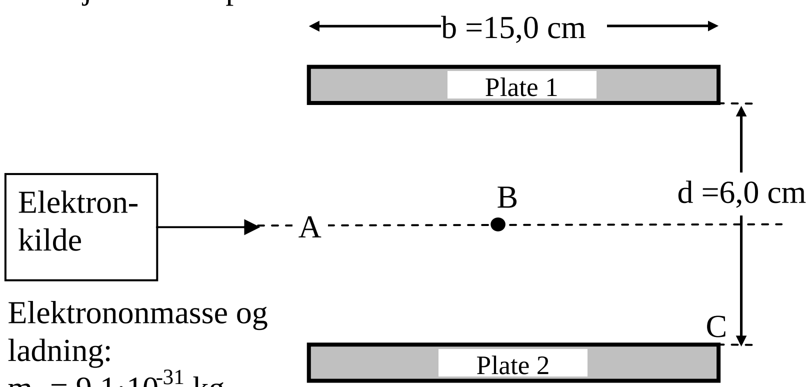
d)7% Vi tenker oss at en pendelkule er hengt opp i ei snor i taket inn i bilen, og at vi har fått den til å henge i ro uten å svinge fram og tilbake. Hvilken vinkel vil pendelsnora danne med horisontalplanet?

e)10% Du får vite at friksjonstallet μ for glidende friksjon mellom hjulene og underlaget er omtrent 0,75 . På dette grunnlaget skal du gjøre en relevant beregning og gi bilføreren et godt råd om maksimal fart i denne svingen. Hvilket råd vil du gi?

Oppgave 2 (45%)

I denne oppgaven skal vi se hva som skjer med en partikkel i området mellom to horisontale plater 1 og 2 . Det er ikke luft tilstede mellom platene (vakum), og derfor ingen luftmotstand mot partikkelbevegelsene.

Ved å kople platene til en spenning U kan platene lades opp, og det oppstår et elektrisk felt E i området mellom dem, gitt ved **<u>E = U/d</u>** . (Trengs i punktene b) og c)).



Elektrononmasse og ladning:
$m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg
$q_e = e = -1{,}60 \cdot 10^{-19}$ C

a)7% Til å begynne med er spenningen mellom platene, og dermed elektriske feltet, lik null. Vi plasserer en liten metallpartikkel med massen $m = 7{,}2 \cdot 10^{-9}$ kg midt inne mellom platene (i punkt B i figuren), og den begynner å falle i tyngdefeltet. Hvor lang tid går det før partikkelen treffer den nederste plata? (Hint: Løses uten bruk av elektromagnetisme.)

b)10% Vi setter spenning på platene. Når den nederste plata gjøres litt negativ (og den andre positiv), faller metallpartikkelen i punkt a) langsommere, og ved å justere spenningen til U_1 = 1,20V blir partikkelen liggende i ro mellom platene, uten å falle eller stige. Regn ut partikkelens elektriske ladning (husk polaritet)!

Elektronkilden til venstre i figuren foran på s. 2 sender nå ut en strøm av elektroner som passerer A (til venstre i figuren over) og beveger seg med ukjent fart horisontalt rett mot høyre langs etter pila i figuren og inn mellom platene. Spenningen mellom platene innstilles til U_2 = - 45V (øverste plate negativ), og da går elektronene så vidt klar av den ytterste høyre kanten til den nederste plata (punkt C i figuren på s. 2).

c)8% Skissér elektronbanen, og beregn akselerasjonen til elektronene i området mellom platene! (Du kan regne det elektriske feltet mellom platene som homogent og se bort fra tyngden i disse beregningene.)

d)10% Vis at elektronene passerer punkt A i figuren med farten $\underline{v_0 = 7{,}0 \cdot 10^6 \text{ m/s}}$ mot høyre.

e)10% Det elektriske feltet i c) holdes uforandret, men nå setter vi også på et homogent magnetfelt mellom platene. Det har en slik styrke og en slik retning at elektronene ikke lenger blir avbøyd, men beveger seg i ei rett, horisontal linje midt mellom platene (prikket eller stiplet i figuren). Forklar nøye hvilken retning dette feltet må ha, og beregn flukstettheten B.

Oppgave 3 (17%)

For å hindre overoppheting av en transistor (en elektronisk komponent), skrur vi den fast på ei 3,0 mm tykk, svart aluminiumsplate (kjølefinne). Plata måler 20,0cm · 22,0cm, og den monteres vertikalt, med luft på begge sider.

a)10% Hvor stort er effekttapet i transistoren ("varmeutviklingen") når temperaturen på denne aluminiumsplata er 85 ^{o}C og lufttemperaturen rundt den (stillestående luft) er 30 ^{o}C? (Du kan se bort fra de 4 flatene på kantene til plata i denne beregningen).

c)7% Hvorfor blir kjølefinna (aluminiumsplata) i oppgaven foran mer effektiv (kjøler bedre) når effekttapet i transistoren øker?

Utsatt eksamen i Fysikk FO300A 6. august 2003

Oppgave 1 (36%)

En motorsykkel med total masse m = 350 kg kjører med konstant fart på v = 80 km/h (km per time) oppover en bakke. Veibanen er rettlinjet og danner en vinkel på ϕ = 16,5 grader med horisontalplanet. Den samlede motstanden mot bevegelsen (bare luftmotstand) er konstant og på R = 285 N. I besvarelsen kan du regne motorsykkelen som et punktformet legeme.

a)10% Tegn en skisse som viser kreftene som virker på motorsykkelen. Figuren skal vise hvilken retning disse kreftene har, og den skal ikke gi et åpenbart feilaktig inntrykk av det innbyrdes størrelsesforholdet mellom dem.

b)10% Hvor vi finner krafta som driver motorsykkelen framover? Beregn størrelsen på denne krafta!

c)8% Regn ut motorytelsen i kW (kilowatt) når 85% av den går med til framdrift!

d)8% Hvor stort må friksjonstallet μ for glidende friksjon mellom hjulene og underlaget minst være for at denne kjøringen skal være mulig?

Oppgave 2 (17%)

Propellen på et fly har en diameter på 2,2 m. Den bør ikke rotere så fort at farten til de ytterste delene av propellen overstiger 80% av lydhastigheten på 340 m/s.

a)10% Hvor stor er den maksimale omdreiningsfarten da? Oppgi svaret både i radianer per sekund og omdreininger per minutt.

b)7% Hvor stor er akselerasjonen til et punkt ytterst på propellen ved denne toppfarten?

Oppgave 3 (16%)

En varmtvannstank kan varmes opp ved hjelp av et elektrisk varmeelement som kan justeres kontinuerlig fra 0 - 2000 W. Overflatearealet til tanken er 1,5 m^2 . I denne oppgaven ser vi bort fra varmekapasiteten til den tomme tanken, det er bare vannet inne i den du skal regne med. Det er ingen vannstrøm ut av tanken i denne oppgaven.

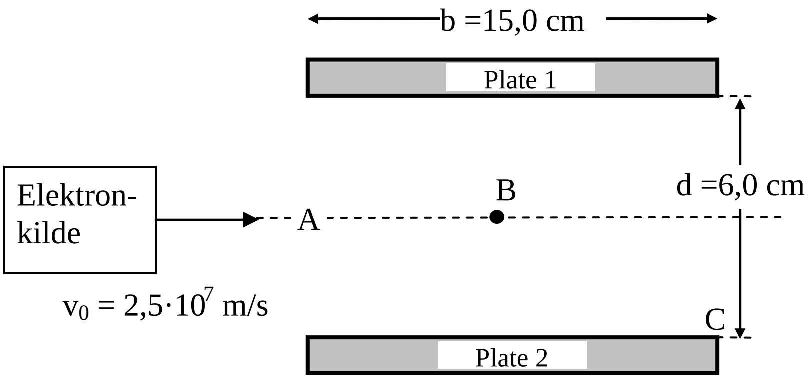
a)8% Vi regner først med at tanken ikke har varmetap til omgivelsene, at den er perfekt varmeisolert. Tanken fylles så med 120 kg vann (0,12 m^3) som har temperaturen 12,3 ^oC. Så stiller vi varmeelementet på 2000 W, og lar det stå på til vanntemperaturen i tanken har steget til 85,0 ^oC? Hvor lang tid vil denne oppvarmingen ta? Angi helst svaret i timer og minutter.

b)8% Temperaturen i omgivelsene rundt tanken er 25 ^oC, og når vi slår av varmeelementet, så begynner vanntemperaturen å synke. For at vannet ikke skal bli kaldt igjen, stiller vi inn varmeelementet til 200 W og lar det stå slik lenge. Etter lang tid stiller vanntemperaturen seg inn på 82 ^oC. Beregn varmeoverføringskoeffisienten K for tanken, når vi regner med at alle delene av overflata til tanken avgir like mye varme per m^2 .

Oppgave 4 (31%)

Elektronkilden til venstre i figuren foran sender ut en strøm av elektroner som passerer A (til venstre i figuren over) og beveger seg med en fart på $v_0 = 2{,}5 \cdot 10^7$ m/s horisontalt rett mot høyre langs etter pila i figuren (til høyre) og inn mellom de to horisontale platene 1 og 2 . Det er ikke luft tilstede mellom platene (vakum), og derfor ingen motstand mot elektronbevegelsene.

Ved å kople platene til en spenning U kan platene lades opp, og det oppstår et elektrisk felt E i området mellom dem.



a)12% Spenningen mellom platene innstilles slik at elektronene så vidt går klar av den ytterste høyre kanten til den nederste plata (punkt C i figuren foran).

Skissér elektronbanen i området mellom platene, og beregn akselerasjonen til elektronene! (Du kan regne det elektriske feltet mellom platene som homogent og se bort fra tyngden i disse beregningene.)

b)9% Beregn størrelsen til det elektriske feltet mellom platene! Hvilken retning har det?

c)10% I stedet for det elektriske feltet i a) setter vi i stedet på et homogent magnetfelt mellom platene. Det har en slik styrke og en slik retning at elektronene også nå blir avbøyd ned mot punkt C i figuren foran. Forklar **<u>nøye</u>** hvilken retning dette feltet må ha!

Hvorfor vil elektronene i dette tilfellet ha mindre banefart ved punkt C enn tilfelle er i a) foran (ved elektrostatisk avbøyning)?

Eksamen i Fysikk FO300A 10. juni 2004

Oppgave 1 (29%)

Vi skal se på oppskytningen av en rakett fra rakettskytefeltet på Andøya i Nordland fylke. Raketten, som har startmassen 15,0 kg (som inkluderer drivstoffmassen), skytes ut i en vinkel på 75 ° med horisontalplanet, og bevegelsen til raketten foregår i to faser:

1. Fra utskytningsøyeblikket (t = 0) og til rakettdrivstoffet er oppbrukt etter t_1 = 3,0 s: Rettlinjet bevegelse 75 ° med horisontalplanet mens banefarten øker til 1200 m/s.
2. Fra t_1 = 3,0 s og til den treffer bakken: Fritt fall (det er bare tyngdekrafta som virker på raketten) der vi regner med g = 9,8 m/s^2 , at det ikke er noen luftmotstand mot bevegelsen, og at jorda er flat (!).

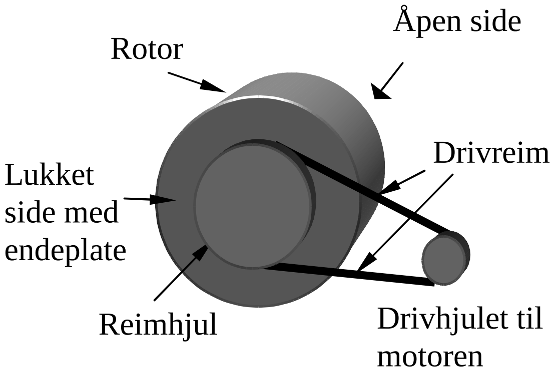
a)9% Hvor stor er rakettens midlere akselerasjon i fase 1, og hvor langt fra utskytningsstedet er den kommet når drivstoffet er oppbrukt dersom vi regner med at akselerasjonen er konstant i denne fasen?

b)10% Hvor lenge etter utskytningen går det før den når opp til det høyeste punktet i banen, og hvor høyt opp er den da ?

c)10% I virkeligheten er forbruket av drivstoff, og dermed skyvekrafta, konstant, og målinger viser at akselerasjonen i fase 1 starter på a_0 = 300 m/s^2 og øker helt til drivstoffet er oppbrukt. Beregn skyvekrafta til rakettmotoren like etter utskytningen. Hvorfor øker akselerasjonen i fase 1?

Oppgave 2 (30%)

Rotoren inne i en vaskemaskin består av en sylinder som er åpen i den ene enden og lukket i den andre med ei sirkulær endeplate, slik at tøyet kan legges inn fra den åpne sida. Den drives rundt av en elektromotor vha reimdrift. Diameteren til reimhjulet er 30 cm, og til sylinderen 40 cm. Sylinderen er 45 cm lang. Metallplata som rotoren er laget av, har en masse per m^2 på σ = 8,2 kg/m^2 .



Fabrikanten oppgir at den roterer 1200 omdreininger per minutt under sentrifugering, og den trenger 0,85 s for å nå denne farten når den slås på.

a)10% Hvilken banefart har et punkt på sylinderen under sentrifugering, og hvor stor er sentripetalakselerasjonen da i et slikt punkt?

b)10% Beregn treghetsmomentet til rotoren, reimhjulet ikke inkudert!

c)10% Det totale treghetsmomentet i en situasjon med vått tøy i maskinen er tilsammen 0,80 kgm^2 . I akselerasjonsfasen blir den ene delen av drivreima slakk. Hvor stor er strammingen i den andre delen når friksjonsmomentet anslås til 5 Nm, og vi regner med at vinkelakselerasjonen er konstant?

Oppgave 3 (14%)

En syklist sliter seg oppover en bakke med stigningen 1:7 (= sinus til stigningsvinkelen) med konstant fart. Et måleapparat viser at ytelsen fra syklisten på pedalene er 150 W, og vi går ut i fra at 10 % av dette går med til friksjonsarbeid. Den totale massen til sykkel pluss syklist er 95 kg.

a)7% Hvor stor er farten til syklisten?

b)7% Hvor lenge ville syklisten måtte tråkke dersom denne ytelsen var blitt brukt til å varme 0,15 kg vann (= en kaffekopp) fra 20 °C og opp til 90 °C?

Oppgave 4 (27%)

To ladninger Q_1 = -1,0 μC og Q_2 = 4,0 μC er plassert i et plant 2-akset koordinatsystem, Q_1 i punktet (2, 0) og Q_2 = (0, 4). Koordinatene er oppgitt i m. Disse to ladningene lager tilsammen et elektrisk felt, som varierer med posisjonen, og som er tema i denne oppgaven.

a)9% Beregn størrelse og retning på det elektriske feltet i origo!

b)9 % Det finnes ett punkt i dette planet der den elektriske feltstyrken er lik null. Finn koordinatene til dette punktet eller angi hvor dette punktet ligger i forhold til Q_1 og Q_2!

c)9% Et fly med vingespenn 50 m og hastigheten 500 kts (knop = 1 nautisk mil per time) befinner seg et sted der det jordmagnetiske feltet er B = $4{,}0 \cdot 10^{-5}$ T . Feltretningen er 60 grader ned mot bakken og mot nord. Hvor stor kan den induserte spenningen mellom vingespissene maksimalt bli, og hvordan må flyet bevege seg da?

Utsatt eksamen i Fysikk FO300A 9. august 2004

Oppgave 1 (21%)

I denne oppgaven skal dere se bort fra luftmotstanden, og vi regner med at størrelsen til kula i oppgaven ikke har noen betydning for utregningene.

a)14% Ei blykule skytes ut av en katapult med farten 20 m/s, på skrå oppover. Vinkelen med horisontaltplanet er 30º.

Hvor lang tid går det før kula når0 opp til det høyeste punktet i banen, og hvor høyt over utskytningsstedet er den da?

b)7% Hvor langt har den beveget seg i horisontalretningen når den er kommet ned i høyde med utskytningsstedet?

Oppgave 2 (24%)

Når du kjører med sykkel i en sving, må du manøvrere slik at sykkelen krenger - legger seg innover - i svingen. I "Road Racing" (motorsykkeløp på bane med fast dekke), kan førerne under gunstige forhold krenge syklene sine opp til 60º uten å velte når de kjører i svinger uten dosering (horisontalt underlag). For å kunne gjøre det, brukes spesialpreparerte dekk med ekstremt stor friksjon mot bakken. I denne oppgaven skal vi se på nettopp denne situasjonen, og da ser vi på sykkel og fører som ett punktformet system.

a)5% Tegn figur som viser sykkel og fører sett forfra, og tegn inn de kreftene som virker på sykkel/fører! Vinkler og krefter trenger ikke å være tegnet spesielt nøyaktig, men tegningen skal heller ikke være åpenbart misvisende.

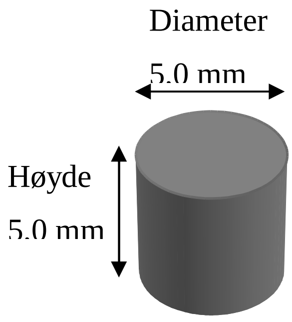
b)12% Finn sentripetalakselerasjonen til sykkel og fører i en slik sving (fremdeles med kregning lik 60º på horisontalt underlag)! Hvor stort er friksjonstallet mellom hjul og underlag?

c)7% Vis at den største banefarten $\mathbf{v}_{\mathbf{max}}$ en syklist kan ha i en sving uten å gli av banen under betingelsene foran, er gitt ved uttrykket:

$$\underline{v_{\max} = 1{,}32 \cdot \sqrt{g \cdot r}}$$ der **r** er baneradien og **g** er tyngdeakselerasjonen.

Oppgave 3 (17%)

Plastkapselen til en transistor for små signaler er sylinderformet med diameter og høyde begge lik 5,0 mm. Fargen er svart. Den største temperaturen vi kan utsette den for er 150 °C. Den monteres med sylinderaksen vertikal (som i figuren).



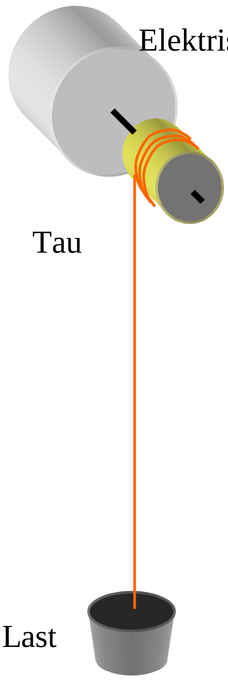
Regn ut den termiske resistansen fra kapsel til omgivelser når den har maksimaltemperaturen 150 °C og er plassert i stillestående luft med temperaturen 25 °C, som også er temperaturen i omgivelsene ellers.

NB! Bruk varmeovergangstallet i vedlegg 1 for alle flater!

(Hint: Finn den totale varmestrømmen fra denne kapselen.)

Hvilken konkret betydning har det i dette tilfellet at kapselen er svart?

Oppgave 4 (26%)



Figuren til høyre viser en elektrisk vinsj som brukes i en monteringshall. Den består av en elektrisk motor som driver rundt en sylinder med wire (tau), se figuren. Vinsjen kan bevege seg på en skinnegang som ligger på tvers over monteringshallen. Det totale treghetsmomentet til aksling og motor er 1,87 kgm^2. Sylinderen alene veier 94 kg og har radius 18,0 cm. Vi ser bort i fra vekten av tauet (wire'en), og regner ikke med noe friksjon.

a)15% Vinsjen skal kunne løfte en last på 200 kg opp 14 m i løpet av 10 sekunder. Hvilken vinkelfart må sylinderen rotere med da?

Hvor stort kraftmoment krever det fra motoren, og hvor mange W (watt) yter motoren da?

b)11% Mens lasten på 200kg henger fritt og i ro, koples strømmen fra vinsjmotoren, og da begynner lasten å akselerere nedover, mens sylinderen roterer fortere og fortere. Vi ser bort fra friksjon.

Hvor stor akselerasjon får lasten nedover?

Oppgave 5 (12%)

En elektrisk ladet partikkel som beveger seg vinkelrett på et homogent*) magnetfelt vil gå i en sirkel eller spiralbane, mens den samme partikkelen i et homogent*) elektrisk felt vil følge en parabelbane (kastebane). Hva er årsaken til denne forskjellen?

*) Et felt som er homogent i et område, er et felt som har samme styrke og retning over alt i dette området.

Eksamen i Fysikk FO340A 6. juni 2005 (5 timer)

Oppgave 1 (25%)

Ei stålkule har diameter 2,54 cm. Den skytes horisontalt ut fra en katapult som står montert på et bord. Kula går i en buet bane, og treffer golvet, som er horisontalt. I selve utskytningspunktet er midtpunktet til kula 1,05 m over golvet, og avstanden i luftlinje (NB!) til nedslagspunktet er 2,47 m. Se bort fra luftmotstand.

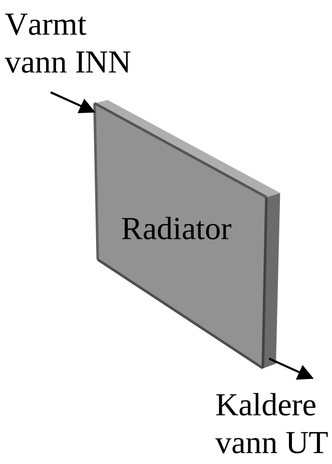
a)5% Beregn hvor lenge etter en utskytning kula er i lufta før den treffer golvet.

b)5% Hvor stor er utskytningsfarten fra katapulten?

c)10% Katapulten stilles inn på skrå oppover i en vinkel på 25°, og utskytningsfarten vil da være 4,8 m/s. Høyden til selve utskytningspunktet er som før. Hvor mye lenger går kula nå, og med hvilken vinkel treffer den golvet?

d)5% Utskytningsmekanismen i katapulten er ei stålfjær som presses sammen 10 cm og utløses. Hvor stor kraft trengs for å spenne denne fjæra?

Oppgave 2 (12%)

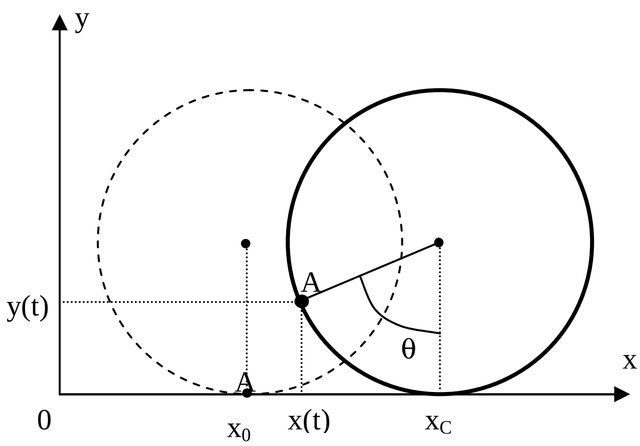


Sentralvarmeanlegg i hus bygger på prinsippet at varmt vann sirkuleres rundt til rommene som skal varmes opp. Der sirkulerer det gjennom en såkalt radiator som er montert på en vegg. Det er en beholder med lite volum og stor overflate, som står vertikalt. Vi regner overflaten som et svart legeme og får oppgitt at den har en gjennomsnittstemperaturen på 60°C.

a)7% Hvor stort overflateareal må en slik radiator ha for at varmestrømmen til rommet skal bli 2,0 kW når innetemperaturen er 20°C?

b)5% Temperaturen på varmtvannet som går inn i radiatoren er 70°C , mens det som kommer ut bare holder 50°C . Hvor stor er vannstrømmen, målt i liter per sekund?

Oppgave 3 (16%)



Et punkt A på periferien til et sykkelhjul med radius R (midt på dekket et sted) har en bevegelse som er en kombinasjon av rotasjon og translasjon når sykkelen er i fart. I figuren til høyre starter hjulet i posisjonen vist med prikket sirkel med punkt A i posisjon (x_0 , 0). Hjulet begynner å rulle med konstant fart v_C , og litt seinere (ved tida t) har det rotert en vinkel θ og er i posisjonen vist ved den heltrukne sirkelen. Posisjonen til punkt A er nå (x(t), y(t)), se figuren .

Det viser seg nå at posisjonen til punkt A som funksjon av tida er gitt ved:

$$x(t) = x_0 + v_C \cdot t - R \cdot \sin(v_C \cdot t/R) \qquad \text{og} \qquad y(t) = R\,[1 - \cos(v_C \cdot t/R)]$$

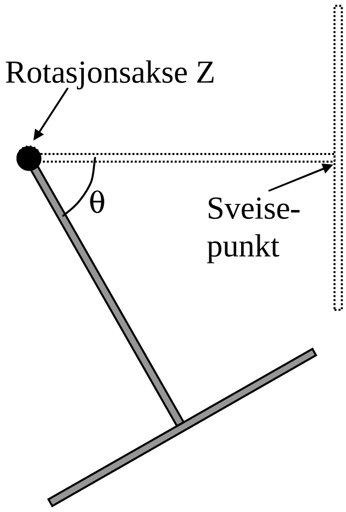
der v_C er farten til sentrum av hjulet.

a)5% Finn x- og y-komponentene til farten til punkt A som funksjon av tida!

b)6% Regn ut skalarverdien (lengden) til akselerasjonsvektoren i punkt A. Hvilken vei peker denne vektoren?

c)5% Vis at: $x(t) = x_0 + v_C \cdot t - R \cdot \sin(v_C \cdot t/R)]$ og $y(t) = R\,[1 - \cos(v_C \cdot t/R)]$!

Oppgave 4 (25%)



To tynne stenger er sveiset sammen til en "T" i et sveisepunkt slik som vist i figuren. Begge stengene har lengden L = 0,50 m og massen 0,15 kg. "T"-en kan dreie seg fritt om en fast rotasjonakse Z i enden av den ene stanga, se figuren. Vi ser bort fra friksjon.

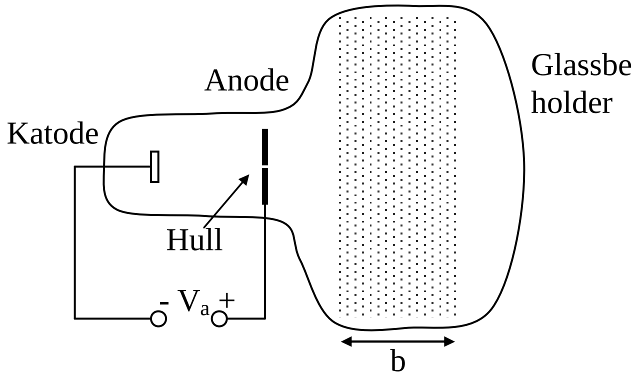
a)5% Finn posisjonen til massesenteret for "T"-en!

b)5% Beregn treghetsmomentet til "T"-en rundt den aktuelle rotasjonsaksen.

c)5% "T"-en holdes i posisjonen vist med prikket linje i figuren, og slippes. Finn vinkelakselerasjonen som funksjon av vinkelen θ (se figuren)!

d)10% Hvor stor er farten til sveisepunktet mellom stengene i det "T"-en når den nederste stillingen, og hvor stor er kraften på "T"-en fra rotasjonsaksen z da?

Oppgave 5 (22%)



Figuren til høyre viser en elektronkanon som består av en oppvarmet, negativ katode som sender ut elektroner, og en positiv anode med et lite hull. De elektronene som treffer hullet, går horisontalt ut i området til høyre for anoden. hullet der det er et homogent magnetfelt som går vinkelrett opp av papirplanet (det prikkede området i figuren) og har bredden b = 5,0 cm, se figuren. Det hele befinner seg inne i en glassbeholder der all gass er pumpet ut (vakum), se figuren.

Magnetfeltet B lages vha to spoler og er gitt ved $B = k \cdot I$ der $k = 3{,}3 \cdot 10^{-4}$ T/A og I er spolestrømmen.

a)5% Vi stiller inn spenningen V_a mellom katode og anode slik at hastigheten til elektronene er $1{,}5 \cdot 10^{7}$ m/s i det de treffer anoden. Beregn spenningen V_a!

b)5% Dersom magnetfeltet er sterkt nok, vil elektronene snu og gå tilbake mot venstre i figuren. Skissér en slik elektronbane!

c)5% I området med det magnetiske feltet (prikkene i figuren) går det an å lage et elektrisk felt med en slik retning og styrke at elektronstrømmen ikke lenger blir avbøyd, men går rett fram. Hvilken styrke og retning må dette feltet ha, og hvordan kan det realiseres rent praktisk?

d)7% Hvor stor må spolestrømmen være for at elektronene skal passere gjennom magnetfeltet og komme ut til høyre med en avbøyningvinkel på 30 grader?

Utsatt eksamen i Fysikk FO340A august 2005

Oppgave 1 (30%)

En rakett med startmassen m_0 =15,0 kg skytes ut i en vinkel på 80° med horisontalplanet. Bevegelsen til raketten foregår i to faser:

3. Fra utskytningsøyeblikket (t = 0) og til rakettdrivstoffet er oppbrukt etter t_1 = 2,0 s: Rettlinjet bevegelse 80 ° med horisontalplanet mens banefarten øker til 340 m/s.
4. Fra t_1 = 2,0 s og til den treffer bakken: Fritt fall (det er bare tyngdekrafta som virker på raketten) der vi regner med g = 9,8 m/s^2 , at det ikke er noen luftmotstand mot bevegelsen, og at jorda er flat.

a)8% Hvor stor er rakettens midlere akselerasjon i fase 1, og hvor langt fra utskytningsstedet er den kommet når drivstoffet er oppbrukt dersom vi regner med at akselerasjonen er konstant i denne fasen?

b)10% Hvor lenge etter utskytningen er den i det høyeste punktet i banen, og hvor høyt opp er den da ?

I resten av oppgaven skal vi se nærmere på fase 1. Skyvekraften er da konstant, men massen som funksjon av tida minker slik:

$m(t) = m_0 - w\cdot t$ der m_0 =15,0 kg og w = 5,3 kg/s

c)5% Beregn skyvekrafta til rakettmotoren når akselerasjonen i starten er a_0 = 147 m/s^2 .

d)7% Finn symbolske uttrykk for rakettens akselerasjon og fart i fase 1 som funksjoner av tida og de øvrige oppgitte størrelsene.

Hint: $$\int \frac{1}{a-bt}\,dt = C - \frac{1}{b}\ln|a-bt|$$

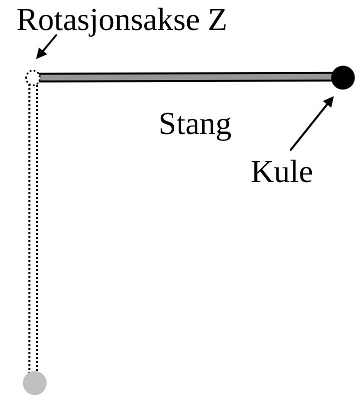
Oppgave 2 (13%)

Et apparat for bearbeiding av termoplast inneholder et varmeelement. Det er en rett, fritthengende, vertikal motstandstråd som er 30 cm lang og 0,30 mm i diameter. Vi kan regne overflaten som et svart legeme.

a)5% Hvor stor elektrisk effekt må tråden tilføres for at overflatetemperaturen skal bli 200°C?

b)8% Ved vanlig drift er spenningen over tråden 11,6 V, og da går det 1,8 A gjennom den. Omtrent hvor høy blir overflatetemperaturen. Hvorfor spiller det ingen rolle for temperaturen om tråden er montert horisontalt eller vertikalt?

Oppgave 3 (30%)



Ei kule med masse m_1 er festet i enden av ei stang med masse m_2 . Dette systemet kan rotere fritt om en akse z (se figuren) i andre enden av stanga. Stanga har lengden L = 0,50 m, og massen til kula har massen m_1 = 100 g.

Stanga holdes i ro horisontalt og slippes. Vi ser bort fra friksjon. I a) og b) regner vi med at massen til stanga er null.

a)5% Finn vinkelakselerasjonen til kula i første øyeblikk!

b)10% Hvor stor er farten til kula i det den når den nederste stillingen, og hvor stor er kraften på stanga fra rotasjonsaksen Z da?

I resten av oppgaven skal du hensyn til at massen til stanga er m_2 = 200 g.

c)5% Hvor langt er det fra rotasjonsaksen Z og til massesenteret til systemet kule-stang.

d)5% Beregn treghetsmomentet til rundt den aktuelle rotasjonsaksen.

e)5% Hvor stor er farten til kula nå i det den når den nederste stillingen?

Oppgave 4 (27%)

To ladninger Q_1 = 1,0 mC og Q_2 = 4,0 mC er plassert i et plant koordinatsystem med x- og y-akse. Q_1 ligger i punktet (3, 0) og Q_2 i (0, 4). Koordinatene er oppgitt i cm. Disse to ladningene lager et elektrisk felt som varierer med hvor i rommet vi er.

a)11% Tegn figur, og finn størrelse og retning på det elektriske feltet i origo.

b)6% Det finnes ett punkt i xy-planet der feltstyrken er lik null. Finn koordinatene til dette punktet, eller (og det er enklere) angi hvor det ligger i forhold til Q_1 og Q_2!

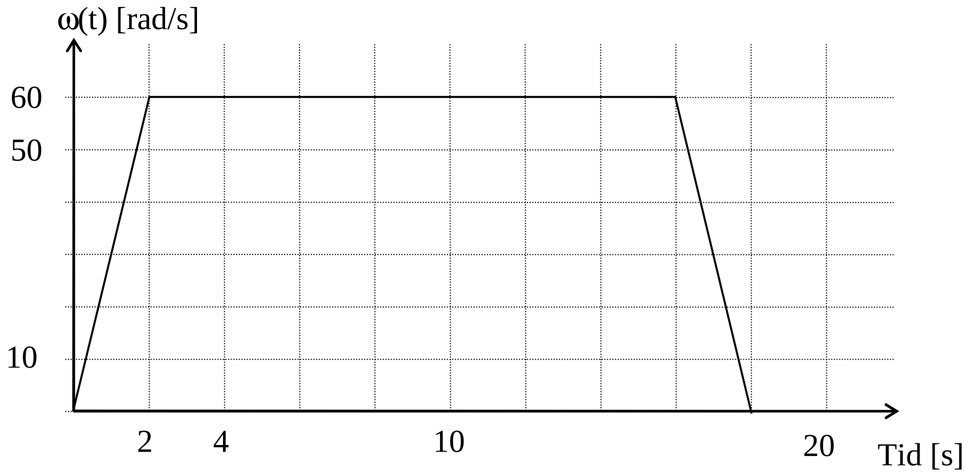
c)5% Ei sirkelformet strømsløyfe med diameter 20 cm er plassert i et homogent magnetfelt med flukstettheten B = 0,64 N/(Am), slik at den magnetiske fluksen gjennom sløyfa er maksimal. Så begynner sløyfa å rotere med konstant vinkelfart ω om en akse som står normalt på retningen til det magnetiske feltet. Sett opp et uttrykk for den magnetiske fluksen gjennom sløyfa som funksjon av tida.

d)5% Regn ut den induserte spenningen når rotasjonsfarten til sløyfa er slik at frekvensen til spenningen blir 50 Hz.

Eksamen i Fysikk FO340A 6. juni 2006

Oppgave 1 (20%)

En elektrisk motor i en heisekran styres av en kontrollenhet som sørger for at motorens vinkelfart ω ikke endres for brått. Figuren under viser hvordan ω varierer som funksjon av tida under en oppheising av en last.



a)12% Hvor stor er vinkelakselerasjonen i starten, og hvordan varierer den som funksjon av tida før heisenen stopper igjen? Begrunn svaret!

b)8% Regn ut hvor mange omdreininger motoren gjør i løpet av denne tida!

Oppgave 2 (20%)

a)12% En motorsyklist skal utføre et stunt som består i at hun skal hoppe over ei 30 m bred elv. Regn ut den minste farten som må til for å greie det! Og begrunn hvorfor 45 ° er den beste vinkelen!

b)8% En satelitt går i sirkelbane 500 km over jordoverflata, der tyngdeakselerasjonen er $8{,}6 m/s^2$. Regn ut omløpstida! (Jordradien er $6{,}3 \cdot 10^6$ m).

Oppgave 3 (16%)

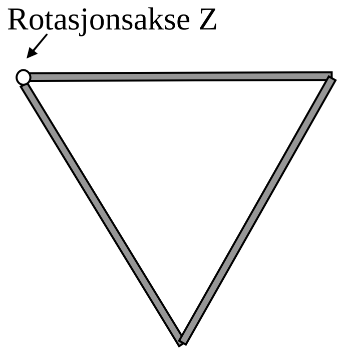
Metalldelen av en liten loddebolt på 15W er - noe forenklet - en metallsylinder med diameter 1,0 cm og lengde 12 cm.

a)8% Når den er hellt ny er den så blank på overflata at vi kan se helt bort fra stråling. Hvor stor - sånn omtrent - blir overflatetemperaturen da?

b)8% Hvor mange watt må til for at den skal oppnå samme overflatetemperatur også etter at den er blit svart på overflata pga oksydering ved bruk?.

Oppgave 4 (16%)

En likesidet trekant er sveiset sammen av tre stenger, hver med masse m = 100 g og lengde L = 30 cm. Dette systemet kan rotere fritt om en akse **z** (se figuren) i øverste venstre hjørne av trekanten (se figuren til høyre).



a)8% Beregn trekantens treghetsmoment om aksen z!

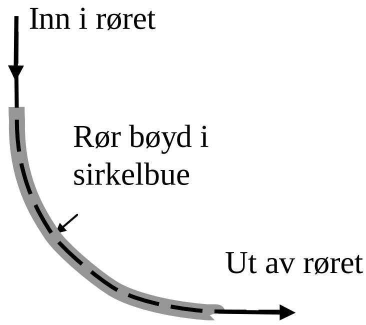
b)8% Stanga holdes i ro med den øverste stanga horisontal slik som vist i figuren. Så slippes den. Hvor stor blir vinkelakselerasjonen i første øyeblikk, og hvilken størrelse og retning har da akselerasjonen til det nederste hjørnet i trekanten?

Oppgave 5 (28%)

a)16% To ladninger Q_1 = 1,0 mC og Q_2 = 3,0 mC er plassert i et plant koordinatsystem med x- og y-akse. Q_1 ligger i punktet (3, 0) og Q_2 i (0, 4). Koordinatene er oppgitt i cm. Disse to ladningene lager et elektrisk felt som varierer med hvor i rommet vi er. Tegn figur, og finn størrelse og retning på det elektriske feltet i punktet (3, 4).

b)12% Et proton kommer ut fra en partikkelakselerator med farten $v = 1{,}3 \cdot 10^7$ m/s . Det skal deretter passere gjennom et rør som er bøyd i en sirkelbue med radius 1,25 m. For å oppnå dette, vil vi prøve med et elektrisk og et magnetisk felt. Hvilken type er det lurest å starte med? Begrunn svaret!

Hvilken styrke og retning må dette feltet ha i forhold til figuren til høyre? Begrunn svaret!



Utsatt eksamen i Fysikk FO340A august 2006

Oppgave 1 (30%)

I flere tropiske strøk bruker urinnvånerne et enkelt "luftgevær" som jaktvåpen. Det består av et rør (laget av tre), som kan skyte ut små piler med stor fart. Hver pil er laget med en hale som passer akkurat inn i røret. Når ei pil er plassert inne i røret, setter jegeren munnen inn til røråpningen, sikter på byttet og blåser alt han orker inn i røret, bak pila, som da akselererer gjennom røret og kommer ut på motsatt side med stor fart. En vanlig norsk betegnelse på dette våpenet er **blåserør**.

Denne oppgaven dreier seg om ett slikt blåserør som har lengden L = 1,30 m. En dyktig jeger kan blåse så kraftig at utgangsfarten til ei pil blir 40 m/s, - en verdi du skal bruke der det er aktuelt i oppgavene nedenfor. Og se bort fra friksjon og luftmotstand!

a)12% Regn ut den midlere akselerasjonen til pila mens den ennå er inne i røret, og finn hvor lang tid det går fra den starter og til den er helt ute av røret!

b)8% Beregn hvor høyt pila vil gå (i forhold til utskytningsstedet) dersom den skytes rett oppover!

c)10% Jegeren vil treffe et lite dyr som befinner seg i avstanden 20 m i horisontal retning. Tegn figur, og regn ut hvor langt <u>over</u> dette dyret han må sikte for å treffe!

Oppgave 2 (16%)

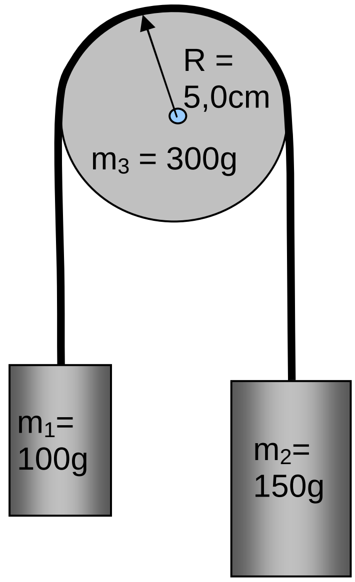
Når bensin (eller diesel) forbrennes i en bilmotor, går den rundt og leverer mekanisk energi til bilen. Men samtidig utvikles det svært mye varmeenergi inne motoren, og for å unngå overoppheting må det aller meste av denne varmeenergien fjernes. Vanligvis skjer dette ved hjelp av vannkjøling: Vann pumpes rundt i et lukket kretsløp mellom motoren og en radiator, som overfører varmeenergien videre til lufta i omgivelsene. Varmt vann fra motoren strømmer over til radiatoren, avkjøles, og strømmer tilbake til motoren og avkjøler den.

I en konkret situasjon er det snakk om en kjøleeffekt på 60 kW. Vanntemperaturen i røret som går <u>fra</u> motoren og <u>til</u> radiatoren, er 90°C , mens temperaturen på returvannet <u>fra</u> radiatoren og <u>inn i</u> motoren er 40°C. Lufttemperaturen i omgivelsene er 20°C.

a)8% Beregn den termiske resistansen for varmeovergangen fra radiator til luft, målt i K/W (grader per W), når vi antar at den midlere overflatetemperaturen på radiatoren er 65°C!

b)8% Regn ut hvor mange liter vann per minutt som må pumpes gjennom kretsløpet for å oppnå den angitte kjøleeffekten på 60 kW!

Oppgave 3 (31%)



To lodd med masser m_1 = 100g og m_2 = 150g er knyttet sammen med ei masseløs snor, som henger over ei trinse med massen m_3 = 300g og diameteren D = 10,0cm, se figuren til høyre. Trinsa er laget som en massiv sylinder som kan rotere uten friksjon rundt sin akse.

Til å begynne med holdes trinsa fast slik at den ikke kan rotere, men så slippes den:

a)15% Beregn akselerasjonen til loddene!

b)8% Er snorkreftene like store på begge sider av trinsa? Hvor stor er eventuelt differansen? Begrunn svaret!

c)8% Regn ut akselerasjonen for massesenteret til de tre legemene!

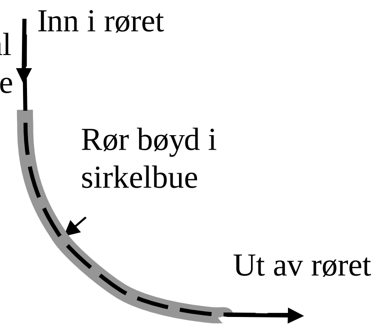
Oppgave 4 (30%)

a)10% To like store ladninger Q_1 og Q_2 , begge på 3,0 nC er plassert på y-aksen i et plant koordinatsystem. Q_1 ligger i punktet (0, 4cm) og Q_2 i (0, - 4cm).

Beregn størrelse og retning på det elektriske feltet som disse ladningene tilsammen gir i punktet (4cm,0) på x-aksen!

b)12% En hydrogenkjerne (dvs. et proton) kommer ut fra en partikkelakselerator med farten $v = 1{,}1 \cdot 10^7$ m/s . Den skal deretter passere gjennom et rør som er bøyd i en sirkelbue med radius 1,5 m. Inne i dette røret er det et homogent magnetfelt.

Hvilken styrke og retning må dette feltet ha i forhold til figuren til høyre? Begrunn svaret!



c)8% Regn ut hvor stort elektrisk spenningsfall som trengs for å gi protoner så stor fart som i punkt b)

Del 2: Løsningsforslag

Disse løsningsforslagene er forsøkt laget som reelle eksamensbesvarelser, og ligger vel tett opp til hva en sensor forventer av en solid A-besvarelse. Likevel: **Dette er ingen fasit!!!** Får du svar som ikke stemmer med disse løsningsforslagene så er det ikke uten videre gitt at ditt svar er feil, - det er en viss feilprosent til stede i slike løsningsforslag.

Rent teknisk er dette skrevet i word og derfor har det av praktiske grunner blitt "jukset" litt med vektornotasjon. I stedet for pil over er det i teksten benyttet understrekning for å vise vektorer. F betyr altså "F-vektor". I figurene, derimot, er det benyttet vektorpil over symbolet, se f.eks figuren s. 29.

For at du skal få best mulig utbytte av dette materiale. må du bruke det fornuftig, Hovedregelen må være dette:

Se ikke på løsningsforslaget til en oppgave før du er ferdig med den!

Føler du at du hele tida bare MÅ se i et løsningsforslag når du sitter med en oppgave, så betyr det at du ennå ikke er faglig moden for den oppgaven. Gå heller tilbake til teorien i boka, og jobb med de enklere øvingsoppgavene i boka.

Løsningsforslag Fysikk (*FO300A)*

vår 2002 eksamen 29. mai, 3timer

Oppgave 1

I denne oppgaven skal vi se bort fra luftmotstanden og vi regner med at størrelsen til metallkula i oppgaven ikke har noen betydning for utregningene.

a) Ei kule av metall skytes rett opp (vertikalt) fra en katapult og når en maksimal høyde på $y_m = 6{,}5$ m over utskytningsstedet før den faller ned igjen. Farten v_{oy} i utskytningsøyeblikket finner vi ved hjelp av energibetraktninger:

Den kinetiske energien i starten $E_{k0} = ½mv_{oy}^2$ må være lik økning i potensisell energi, $\Delta E_{pm} = mgy_m$, der tyngeakselerasjonen $g = 9{,}8 m/s^2$ (positiv retning <u>opp</u>)

Disse to må være like, dermed:

$½mv_{oy}^{\ 2} = mgy_m \Rightarrow v_{oy} = \pm(2gy_m)^{½}$

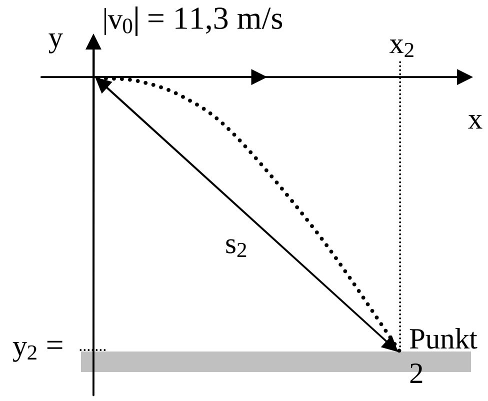
der vi kan sløyfe minuset siden v_{oy} går i positiv retning. Dermed får vi:

$v_{oy} = (2(9{,}8m/s^2)\cdot 6{,}5m)^{½} = 11{,}287$ m/s = $\underline{\underline{11{,}3 \text{ m/s}}}$

Tida t_m den bruker til dette topp-punktet er gitt ved:

$v_{ym} = v_{oy} - g\cdot t_m$ der $v_{ym} = 0 \Rightarrow t_m = v_{oy}/g = (11{,}287m/s)/(9{,}8m/s^2) =$ $\underline{\underline{1{,}15 \text{ s}}}$

b) Se figuren til høyre. Som origo har vi valgt utskytningspunktet, og akseretningene er tegnet inn i figuren. Bevegelsen starter ved tida $t_0 = 0$. Vi kaller nedslagspunktet for punkt 2, og skal finne tida t_2 (> 0) til dette punktet og avstanden til origo, s_2. $g = 9{,}8 \text{ m/s}^2$.



For bevegelsen langs y – aksen har vi:

$y_2 = v_{oy}\cdot t_2 + ½g\cdot t_2^2$ der $v_{0y} = 0$

Vi løser denne 2.gradsligninga mhp. t_2 (>0!):

$½g\cdot t_2^2 = -y_2 \Rightarrow$

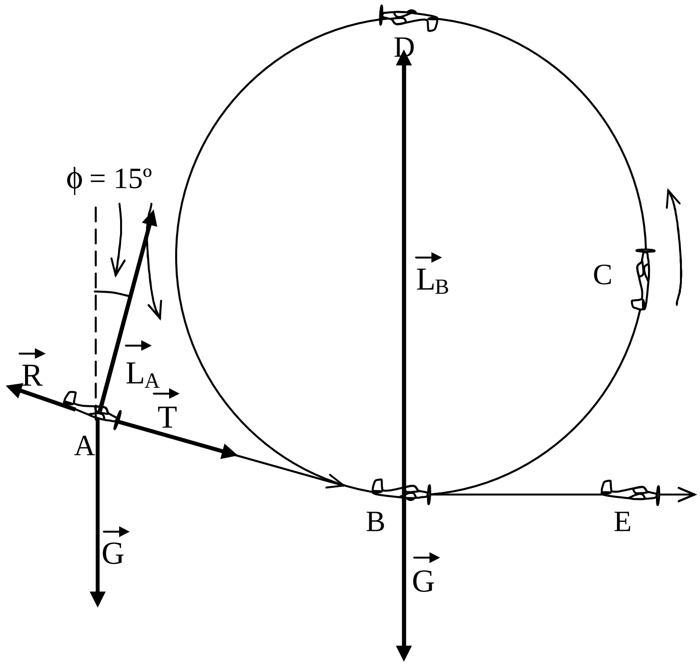
$t_2 = (-2y_2/g)^{½} = (-2(-10{,}00m)/(9{,}8 \text{ m/s}^2))^{½} = \underline{1{,}429 \text{ s}} =$ $\underline{\underline{1{,}43s}}$

c) Den treffer s_2 fra utskytningspunktet:

$s_2 = (x_2^2 + y_2^2)^{½} = ((v_{0x}t_2)^2 + y_2^2)^{½}$ der $v_{0x} = v_0 = \underline{11{,}3 \text{ m/s}} \Rightarrow$

$s_2 = ((11{,}3 \text{ m/s}\cdot 1{,}429s)^2 + (-10{,}0m)^2)^{½} =$ $\underline{\underline{19{,}0m}}$

Oppgave 2



Den totale massen til flyet med drivstoff, last og pilot inkludert, er m = 1450 kg. Radien i sirkelbanen er r = 84 m.

Symboler for kreftene er definert i figuren. Vi har også oppgitt:

$\phi = 15^{o}$

$v_A = 55$ m/s.

T = 1840 N

R = 1000 N.

a) Akselerasjonen a_A i A finner vi ved å anvende Newtons 2. lov langs banen. Vi regner fartsretningen som positiv retning. Foruten kreftene foran, må vi ta med tyngdens komponent $G_p = G\cdot\sin\phi$, slik at vi har:

$$G\sin\phi + T - R = m\cdot a_A \;\Rightarrow$$

$$a_A = (mg\sin\phi + T - R)/m = g\sin\phi + (T - R)/m =$$

$$9{,}8\text{m/s}^2 \cdot\sin 15^{o} + (1840\text{N} - 1000\text{ N})/1450\text{kg} = \underline{\underline{3{,}1\text{ m/s}^2}}$$

b) I punkt B viser fartsmåleren i flyet $v_B = 75$m/s. Sentripetalakselerasjonen a_{NB} i dette punktet er da gitt ved:

$$a_{NB} = v_B^2/r = (75\text{m/s})^2/110\text{m} = \underline{\underline{51\text{m/s}^2}}$$

c) Vingeløftet L_B i punkt B er vertikalt. Vi bruker Newtons 2. lov i vertikalretningen, der vi kjenner tyngden og a_{NB} fra punktet foran:

$$L_B - G = m\cdot a_{NB} \;\Rightarrow\; L_A = m(g + a_{NB}) = 1450\text{kg}(9{,}8\text{m/s}^2+51{,}1\text{m/s}^2) = \underline{\underline{88\text{kN}}}$$

d) Flyveren føler seg vektløs i punkt D når den eneste kraften som virker på henne er tyngden. Da må sentripetalakselerasjonen være lik g, og vi får:

$$v_D^2/r = g \Rightarrow\; v_D = (g\cdot r)^{½} = (9{,}8\text{m/s}^2 \cdot 110\text{m})^{½} = \underline{\underline{33\text{ m/s}}}$$

Oppgave 3

Gitt ei aluminiumsplate (kjølefinne) med målene 2mm·7,0cm·18,0cm, montert vertikalt med åpning mot luft på begge sider.

a) Det største effekttapet komponenten kan ha , når vi ikke vil ha høyere temperatur på kjøleflata enn 100 °C, og kabinett-temperaturen kan bli opp til 50°C, finner vi ved å bruke ΔT = 50K. Strålingsbidraget gjelder et svart legeme, og da får vi:

$$\Phi = \Phi_{\text{Varmeovergang}} + \Phi_{\text{Stråling}} = \Phi_V + \Phi_S = h\cdot A\cdot\Delta T + A\cdot\sigma\cdot(T_2^4 - T_1^4)$$

A er den totale overflata mot luft:

$$A = 2\cdot 7{,}0\text{cm}\cdot 18{,}0\text{cm} + 2\text{mm}\cdot(7{,}0\text{cm}+18{,}0\text{cm})\cdot 2 = \underline{2{,}62\ 10^{-2}\ \text{m}^2}$$

h-verdiene i uttrykket for Φ_V for den underste og øverste flata avviker fra den vertikale. Men de er ikke større enn:

$$A_{u,m} = 2\ \text{mm}\cdot 18{,}0\ \text{cm} = \qquad \underline{3{,}6\cdot 10^{4}\ \text{m}^2}$$

og utgjør dermed mindre enn 1,4 % av totalt areal. Vi regner derfor med den vertikale h-verdien over hele plata, og får:

$$\Phi_V = h\cdot A\cdot\Delta T = 1{,}77\cdot(50)^{1/4}\ \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})\cdot 2{,}62\ 10^{2}\ \text{m}^2\cdot 50\text{K} = \underline{6{,}166\text{W}}$$

$$\Phi_S = 2{,}62\cdot 10^{-2}\ \text{m}^2\cdot 5{,}67\cdot 10^{8}\ \text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}^4)\cdot(373^4 - 323^4)\cdot\text{K}^4 = \underline{12{,}586\text{W}}$$

og dermed $\Phi = \Phi_V + \Phi_S = 6{,}166\text{W} + 12{,}586\text{W} =$ $\underline{\underline{19\text{W}}}$

Den termiske resistansen er definert som $\Delta T/\Phi = 50\text{K}/18{,}752\text{W} =$ $\underline{\underline{2{,}7\ \text{K/W}}}$

b) Temperaturen til aluminiumsplata er $t_a = 100^o\text{C}$, og overflatetemperaturen t til transistoren er t_T . Mellom disse to ligger ei l = 0,10 mm tykk skive av glimmer, med ledningsarealet er $0{,}93\text{cm}^2$. Temperaturfallet gjennom glimmerskiva er da $(t_T - t_a)$, og for varmestrømmen Φ gjennom glimmerskiva har vi da:

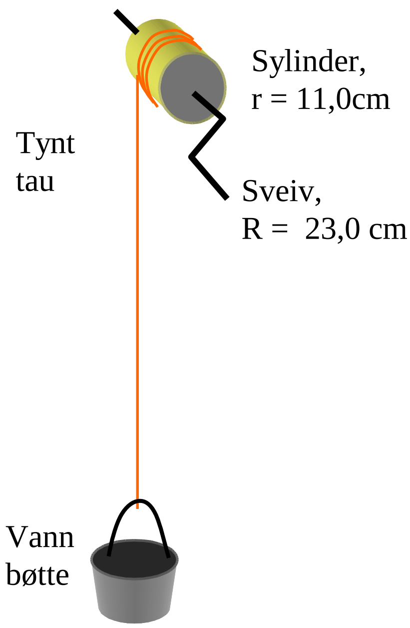
$$\Phi = \lambda\cdot A\cdot(t_T - t_a)/l$$

der $\lambda = 0{,}95\ \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ er varmeledningsevnen til glimmer (fra vedlegget).

Vi løser mhp. transistortemperaturen t_T og får:

$$t_T = t_a + \Phi\cdot l/(\lambda\cdot A) =$$

$$100^o\text{C} + 18\text{W}\cdot 0{,}00010\text{m}/(0{,}95\ \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})\cdot 0{,}93\ 10^{4}\ \text{m}^2) = \underline{\underline{120\ ^o\text{C}}}$$



Oppgave 4

a) Det er h = 5,3 m fra brønnåpningen og ned til vannet.

Se definisjoner i figuren. Oppgitt:

$I_S = 0{,}012\ \text{kgm}^2$: Treghetsmoment til sveiva

$m_S = 4{,}2$ kg. : Sylindermasse

For å heise opp ei bøtte med vann i løpet av 10 sekunder, må ”bøttefarta” være:

$$v = 5{,}3\text{m}/10\text{s} = \underline{0{,}53\ \text{m/s}}.$$

Siden $\omega = v/r$ får vi en "sveivefart" på:

ω = 0,53m/s)/0,11m = 4,82 rad/s = $\underline{\underline{4{,}8\ \text{rad/s}}}$

Sveivevinkelen blir $\theta = \omega \cdot t$ = 4,82 rad/s · 10 s = $\underline{48{,}2\ \text{rad}}$

som i antall omdreininger er N : 48,2 rad/ (2π) = $\underline{\underline{7{,}7\ \text{omdreininger}}}$

b) For å heise opp m_2 = 15,0 kg når friksjonsmomentet er M_R = 1,2 N·m og farta er konstant, må vi bruke ei kraft F, som er gitt ved at summen av kraftmomentene = 0:

$F \cdot R - M_R - m_2 \cdot g \cdot r = 0 \Rightarrow F = (M_R + m_2 \cdot g \cdot r)/R =$

$(1{,}2\text{Nm} + 15\text{kg} \cdot 9{,}8\text{m/s} \cdot 0{,}11\text{m})/0{,}23\text{m} =$ $\underline{\underline{76\text{N}}}$

c) Det totale treghetsmoment for alt som roterer er I:

$I = I_{sveiv} + I_{sylinder}$ der $I_{sylinder} = ½\, m_{sylinder} \cdot r$, slik at:

$I = 0{,}012\text{kgm}^2 + ½ \cdot 4{,}2\text{kg} \cdot (0{,}11\text{m})^2 =$ $\underline{0{,}0374\ \text{kgm}^2}$

Summen ΣM av kraftmomentene som virker, er fra tauet og friksjonen:

$\Sigma M = 25\text{N} \cdot 0{,}11\text{m} - 1{,}2\text{Nm} =$ $\underline{1{,}55\ \text{Nm}}$

Vha Newtons 2. lov for rotasjon gir dette en vinkelakselerasjon på:

$\alpha = \Sigma M/I = 1{,}55\ \text{Nm}/0{,}0374\text{kgm}^2 =$ $\underline{41{,}444\ \text{s}^{-2}}$

Og akselerasjonen til bøtta:

$a = r\alpha = 0{,}11\text{m} \cdot 41{,}444\ \text{s}^{-2} =$ $\underline{4{,}559\ \text{m/s}^2}$

For å finne tida t bruker vi $h = ½at^2$ som løses mhp. t:

$t = (2h/a)^{½} = (2 \cdot 5{,}3\text{m}/4{,}559\ \text{m/s}^2)^{½} =$ $\underline{\underline{2{,}3\ \text{s}}}$

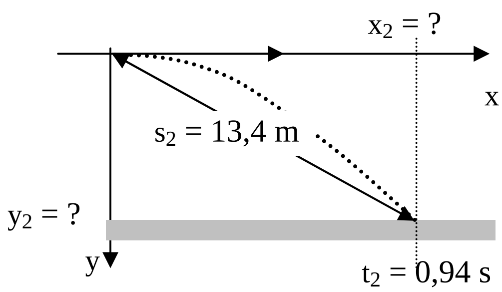
Løsningsforslag Fysikk 1 (*FO300A)*

vår 2002 utsatt eksamen 9. august, 3timer

Oppgave 1

I denne oppgaven skal vi se bort fra luftmotstanden og størrelsen til metallkula.

Vi regner positiv retning ned.



a) Metallkula skytes ut horisontalt i høyden y_2 over horisontalt underlag og går i en bue før den treffer underlaget t_2 = 0,94 s seinere, s_2 = 13,4 m fra utskytningspunktet, se figuren.

For bevegelsen i y-retningen har vi:

$y_2 = ½g\cdot t_2^2 = ½\cdot(9{,}81\ \text{m/s}^2)\cdot(0{,}94\ \text{s})^2 = 4{,}334\ \text{m} =$ $\underline{\underline{4{,}3\ \text{m}}}$

b) For å finne hvilken fart starter kula med fra utskytningspunktet, må vi vite x_2 :

$x_2 = [(13{,}4\text{m})^2 - (4{,}334\text{m})^2]^{½} =$ $\underline{12{,}68\ \text{m}}$

og da finner vi utgangsfarten som er $v_0 = v_{0x}$:

$v_0 = v_{0x} = x_2/t_2 = 12{,}68\ \text{m}/0{,}94\ \text{s} =$ $\underline{\underline{13{,}5\ \text{m/s}}}$

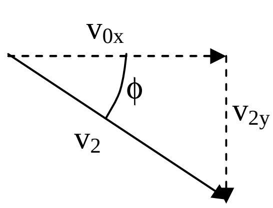
c) Farten i y-retningen i nedslagspunktet, v_{2y} , er:

$v_{2y} = g\cdot t_2 = 9{,}81\ \text{m/s}^2\cdot 0{,}94\ \text{s} =$ $\underline{9{,}22\ \text{m/s}}$

Banefarten v_2 i nedslagspunktet er da:

$v_2 = [v_{0x}^2 + v_{2y}^2]^{½} = = [(13{,}5\text{m/s})^2 + (9{,}2\text{m/s})^2]^{½} =$ $\underline{\underline{16{,}3\ \text{m/s}}}$

Og vinkelen ϕ mellom fartsretningen og horisontalplanet:



$\phi = \text{Arctan}(v_{2y}/v_{2x}) =$

$= \text{Arctan}(v_{2y}/v_{0x}) = \text{Arctan}(9{,}2\text{m/s}/13{,}5\text{m/s}) =$ $\underline{\underline{34^{o}}}$

Retningen er som vist i figuren til høyre, på skrå nedover mot høyre.

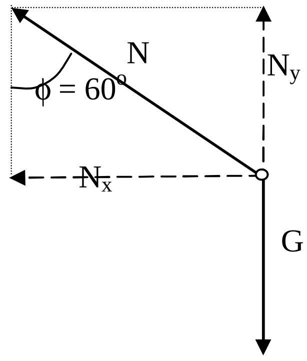
Oppgave 2

Den totale massen til flyet er m = 1350 kg. Fartsmåleren i flyet viser banefarten v = 55 m/s, og trekk-kraften fra propellen i denne posisjonen er T = 1200 N.

Banen er en horisontal sirkel, der normalkrafta N (= vingeløftet) danner 60^{O} med vertikalplanet.

a) Langs banen (parallelt med farta) virker det to krefter, trekkraften T fra propellen med bevegelsen, og luftmotstanden R mot. Siden banefarten er konstant, så må disse to kreftene, som er motsatt rettet, være like store:

Luftmotstanden R er lik T = 1200 N og er rettet bakover.



b) Dette er horisontal sirkelbevegelse med konstant fart , og i den forenklede figuren til høyre ser vi vingeløftet N, komponentene N_x og N_y til N, samt tyngden G. (Flyet er redusert til en prikk.)

Det er ingen bevegelse eller akselerasjon i y-retningen, derfor må N_y = G, og sentripetalkraften er $N_x = m \cdot a_s$. Vi har nå:

$$\tan \phi = N_x / N_y = m \cdot a_s / mg = a_s / g \Rightarrow$$

$$a_s = g \cdot \tan \phi = 9{,}81 \text{ m/s} \cdot \tan 60^o = 16{,}99 \text{ m/s}^2 = \underline{\underline{17{,}0 \text{ m/s}^2}}$$

c) Radien i banen:

$$a_s = v^2/r \Rightarrow \quad r = v^2/a_s = (55 \text{ m/s})^2 / 16{,}99 \text{ m/s}^2 = \underline{\underline{178 \text{ m}}}$$

d) Vingeløftet N : Vi ser av figuren foran at

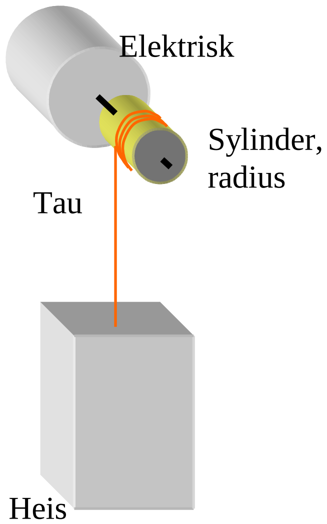
$$\cos \phi = N_y/N \qquad \text{der } N_y = G \qquad \Rightarrow$$

$$N = mg/\cos 60^o = 2 \cdot mg = 2 \cdot 1350\text{kg} \cdot 9{,}81 \text{ m/s}^2 = \underline{\underline{26{,}5 \text{ kN}}}$$

e) Vi har fra d) at N, vingeløftet på flyet, er dobbelt så stor som tyngden. Det samme må gjelde piloten, som følger flyet og dermed har samme akselerasjon. Og siden denne krafta er dobbelt så stor som i ikke-akselerert tilstand (normalt, til vanlig), så føler piloten seg dermed dobbelt så tung:

Alternativ 3 er korrekt!

Oppgave 3



Treghetsmomentet til sylinderen er $I_s = 0{,}155\ \mathrm{kgm}^2$, radius $r_s = 0{,}080$ m. Vi ser bort i fra vekten av tauet. Den tomme heisen veier $m_h = 230$kg.

a) Heisen tilbakelegger h = 17,5 m på t = 15 s. Da må "heisfarta" være:

$$v = 17{,}5\ \mathrm{m}/15\mathrm{s} = \underline{1{,}17\ \mathrm{m/s}.}$$

Siden $\omega = v/r$ får vi en omdreiningsefart på:

$$\omega = 1{,}17\mathrm{m/s}/0{,}080\mathrm{m} = 14{,}6\ \mathrm{rad/s} = \underline{\underline{15\ \mathrm{rad/s}}}$$

Antall omdreininger er $N = h/(2\pi r) = 17{,}5\mathrm{m}/(2\pi\cdot 0{,}080\mathrm{m}) =$ $\underline{\underline{35\ \text{omdreininger}}}$

b) Kraftmomentet M_1 fra motoren for å heise opp 4 personer, hver på 80 kg, og med konstant fart. Friksjonen mellom heis og heissjakt er $R_1 = 150$N:

Massen til heisen er nå $m_1 = 230\ \mathrm{kg} + 4\cdot 80\ \mathrm{kg} = \underline{550\ \mathrm{kg}.}$

Stramminga i tauet blir $S_1 = m_1\cdot g + R_1 = 550\ \mathrm{kg}\cdot 9{,}81\ \mathrm{m/s}^2 + 90\ \mathrm{N} = \underline{5486\ \mathrm{N}}$

Ved konstant fart må kraftmomentet M_{m1} fra motoren være lik momentet $M_1 = r\cdot S_1$ fra S_1 , slik at vi da har:

$$M_{m1} = r\cdot S_1 = 0{,}080\mathrm{m}\cdot 5486\ \mathrm{N} = 434\ \mathrm{N\cdot m} = \underline{\underline{4{,}3\cdot 10^2\ \mathrm{N\cdot m}}}$$

c) Akselerasjonen til heisen når kraftmomentet fra motoren er $M_{m2} = 500$ N·m (alt ellers er som i punkt b)):

På sylinderen virker motormomemtet med dreieretningen, mens tauet virker mot med momentet S_2 . Vinkelakselerasjonen α er da gitt ved Newtons 2. lov:

1) $M_{m2} - S_2\cdot r = I_s\cdot\alpha$

På heisen virker tyngden og friksjonen mot bevegelsen, mens S_2 virker med:

2) $S_2 - m_1\cdot g - R_1 = m_1\cdot a \quad\Rightarrow\quad S_2 = m_1\cdot(g + a) + R_1$

der sammenhengen mellom heisakselerasjonen a og vinkelakselerasjonen α er :

$$\alpha = a/r$$

som settes inn i 1) sammen med 2), og vi får:

$$M_{m2} - (m_1\cdot(g + a) + R_1)\cdot r = I_s\cdot a/r \quad\Rightarrow$$

$$m_1\cdot a\cdot r^2 + (m_1\cdot g + R_1)\cdot r^2 + I_s\cdot a = M_{m2}\cdot r \Rightarrow$$

$$a = r\cdot[M_{m2} - (m_1\cdot g + R_1)\cdot r]/[m_1\cdot r^2 + I_s] =$$

$$0{,}08\mathrm{m}[500\mathrm{N\cdot m} - (550\mathrm{kg}\cdot 9{,}81\mathrm{m/s}^2 + 90\mathrm{N})\cdot 0{,}08\mathrm{m}]/[550\mathrm{kg}\cdot(0{,}08\mathrm{m})^2 + 0{,}155\mathrm{kgm}^2] =$$

$$\underline{\underline{1{,}33\ \mathrm{m/s}^2}}$$

Oppgave 4

Gitt ei aluminiumsplate (kjølefinne) med målene 3 mm·8,0cm·22,0cm, montert vertikalt med åpning mot luft på begge sider.

a) Temperatur på kjøleflata $T_k = 95\ ^oC$, og luft-temperaturen $T_l = 42\ ^oC$, slik at $\Delta T = T_k - T_l = 53$ K. Strålingsbidraget gjelder et svart legeme, og da får vi:

$$\Phi = \Phi_{Varmeovergang} + \Phi_{Stråling} = \Phi_V + \Phi_S = h \cdot A \cdot \Delta T + A \cdot \sigma \cdot (T_2^4 - T_1^4)$$

A er den totale overflata mot luft:

$$A = 2 \cdot 8{,}0cm \cdot 22{,}0cm + 3mm \cdot 8{,}0cm \cdot 2 + 3mm \cdot 22{,}0cm \cdot 2 = \underline{370\ cm^2 = 3{,}7\ 10^{-2}\ m^2}$$

h-verdiene i uttrykket for Φ_V for den underste og øverste flata avviker fra den vertikale. Men de er ikke større enn:

$$A_{u,m} = 3\ mm \cdot 22{,}0\ cm = \underline{6{,}6 \cdot 10^{-4}\ m^2}$$

og utgjør dermed mindre enn 2 % av totalt areal. Vi regner derfor med den vertikale h-verdien over hele plata, og får:

$$\Phi_V = h \cdot A \cdot \Delta T = 1{,}77 \cdot (53)^{1/4}\ W/(m^2 \cdot K) \cdot 3{,}7 \cdot 10^{-2}\ m^2 \cdot 53K = \underline{9{,}365\ W}$$

$$\Phi_S = 3{,}7 \cdot 10^{-2}\ m^2 \cdot 5{,}67 \cdot 10^{-8}\ W/(m^2 \cdot K^4) \cdot (368^4 - 315^4) \cdot K^4 = \underline{17{,}82\ W}$$

og dermed $\Phi = \Phi_V + \Phi_S = 9{,}365\ W + 17{,}82\ W = \underline{\underline{27W}}$

b) Vi har $t_1 = 95^oC$ på den ene sida, og overflatetemperaturen t_T til transistoren på andre sida av ei l = 0,10 mm tykk skive av glimmer, med ledningstverrsnittet $A = 0{,}93cm^2$. For varmestrømmen gjennom glimmerskiva har vi:

$$\Phi = \lambda \cdot A \cdot (t_t - t_1)/l \quad \Rightarrow$$

$$t_T = t_1 + \Phi \cdot l / (\lambda \cdot A) =$$

$$95^oC + 27W \cdot 0{,}00010m/(0{,}95\ W/(m \cdot K) \cdot 0{,}93\ 10^{-4}\ m^2) = \underline{\underline{131\ ^oC}}$$

Løsningsforslag Fysikk 1 (*FO300A)*

vår 2003 eksamen 28. mai, 3timer

Oppgave 1 (38%)

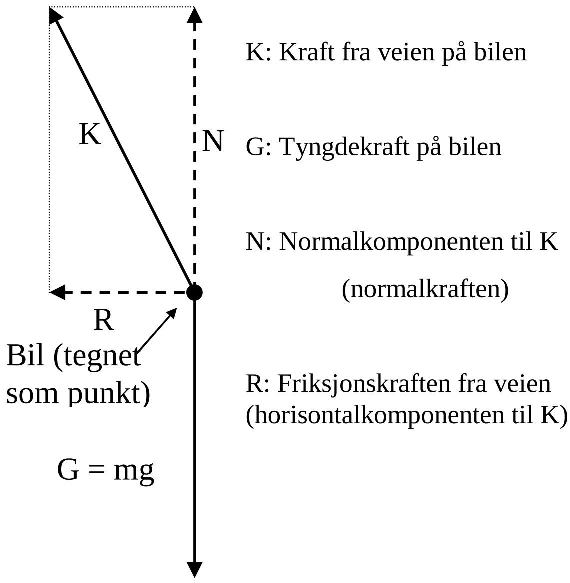
En bil med masse 1520 kg kjører med konstant fart på 50 km/h (km per time) i en sving som er en del av en sirkel med radius på 75 m. Veibanen er horisontal (både på langs og på tvers av kjøreretningen). Vi betrakte bilen som et punktformet legeme og se bort fra luftmotstand.

a) Sentripeltakselerasjonen a_N til bilen er gitt ved dens hastighet v = 50 km/h og radien r = 75 m i sirkelbanen:

$$a_N = v^2/r = (50\text{km/h})^2/(75\text{m}) = (50\cdot 1000\text{m}/(3600\text{s}))^2/(75\text{m}) = \underline{\underline{\mathbf{2{,}57\ m/s^2}}}$$

b) Skissen til høyre viser kreftene som virker på bilen, og hvilken retning disse kreftene har. Figuren viser bilen rett bakfra, og den svingar mot venstre.

Det skjer ingenting i vertikalretningen, derfor er N = G og de er tegnet like lange. For å gi realisme er R tegnet betydelig mindre enn N.



c) Kraftsummen her er :

$$\Sigma\, \underline{F} = \underline{K} + \underline{G} = \underline{R} + \underline{N} + \underline{G} = \underline{R}$$

fordi $\underline{N} + \underline{G} = 0$ siden det ikkje skjer noe i vertikalretninga. Det er dermed $\underline{R}$ som er sentripetalkraft, vha. Newtons 2. lov får vi:

$$R = ma_N = 1520\text{kg}\cdot 2{,}57\text{m/s}^2 = \underline{\underline{\mathbf{3{,}9\ kN}}}$$

d) Pendelkula er – akkurat som bilen – påvirket av tyngden pluss en kraft til, og den må nødvendigvis ha samme sentripetalakselerasjon som bilen. Figuren i punkt b) kan derfor like godt gjelde for pendelkula, bare med den forskjell at K da vil være krafta fra snora i taket. Vinkelen α som pendelsnora vil danne med horisontalplanet er derfor identisk med vinkelen mellom R og K i figuren foran:

$$\alpha = \text{Arctan}(R/N) = \text{Arctan}(R/mg) = \text{Arctan}(3{,}91\text{kN}/(1520\text{kg}\cdot 9{,}81\text{m/s}^2)) = \underline{\underline{\mathbf{75^o}}}$$

e) Friksjonsfaktoren μ (= R/N) mellom hjulene og underlaget er 0,75. Maksimal friksjonkraft R_{max} – når hjulene glir - er gitt ved:

$$R_m = \mu\cdot N = \mu\cdot mg$$

Det gir en maksimal sentripetalakselerasjon a_{Nmax} på (Newtons 2. lov):

$a_{Nmax} = R_{max} / m = \mu g$

som betinger en maksimalfart v_m gitt ved $a_{Nmax} = v_{max}^2/r$ som vi løser mhp. v_{max} :

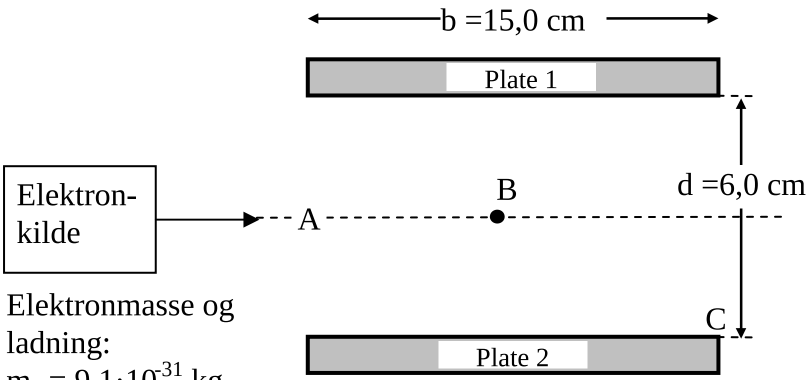
$v_{max} = (r \cdot a_{Nmax})^{½} = (\mu \cdot g \cdot r)^{½} = (0{,}75 \cdot 9{,}81 m/s^2 \cdot 75m)^{½} = 23{,}5\ m/s = \underline{84{,}6\ km/h}$

Tar vi litt høyde for speedometerfeil, så vil mitt råd til bilføreren være:

Ikke kjør fortere enn 80 km/h i denne svingen!

Oppgave 2 (37%)

Gitt en situasjon som vist i figuren. Det er ikke luft tilstede mellom platene (vakum), og derfor ingen luftmotstand mot partikkelbevegelsene.



Elektronmasse og ladning:
$m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg
$e = -1{,}60 \cdot 10^{-19}$ C

a) Siden begge platene er elektrisk nøytrale, er det bare tyngden som virker og dette er dermed fritt fall. Da er $s = ½g \cdot t^2$ der $s = d/2$ og g tyngdeakselerasjonen:

$d = g \cdot t^2 \Rightarrow \quad t = (d/g)^{½} = (0{,}06m/(9{,}81m/s^2))^{½} =$ **78 ms**

b) Siden partikkelen blir liggende i ro mellom platene, så må tyngden nedover være like stor som den elekriske krafta ($K = q \cdot E$) oppover, der vi har gitt at $E = U/d$:

$q \cdot E = q \cdot U/d = mg \quad \Rightarrow$

$q = mgd/U = 7{,}2 \cdot 10^{-9}\ kg \cdot 9{,}81 m/s^2 \cdot 0{,}060m/1{,}20V = \quad \underline{3{,}53\ nC}$

Siden den nederste plata er negativ og den elektriske krafta er oppover, så må partikkeladningen være negativ:

Partikkelens ladning er **-3,5 nC**

c) Spenningen mellom platene innstilles til $U_2 = 45V$, og elektronene går så vidt klar av det ytterste høyre kanten til den nederste plata. Elektronbanen er skissert i figuren foran.

Vi legger inn et koordinatsystem som vist i figuren. Når vi ser bort fra tyngden, så er det bare krafta $K = q \cdot E$ fra det homogene elektriske feltet mellom platene som virker (nedover, i neagtiv y-retning). Vi har oppgitt at $E = U/d$, og Newtons 2. lov gir:

$a_y = F/m = qE/m = qU/(md) =$

$1{,}6\cdot10^{-19}C\cdot45V/(9{,}1\cdot10^{-31}\ kg\cdot0{,}06m) =$ $\underline{\underline{\mathbf{1{,}32\cdot10^{14}\ m/s^2}}}$

d) Startfarten er horisontal, dvs. $v_{0y} = 0$ og siden det elektriske feltet er vertikalt, blir $a_x = 0$. Vi bruker C som indeks for elektronene i punkt C ($x_C = b$ og $y_C = -\ d/2$) og har da :

$$y_C = -\ d/2 = -½a_y\cdot t_C^2$$ der a_y er svaret i punkt c) foran.

For den begelsen i x-retninga har vi:

$$x_C = v_0\cdot t_C$$ der vi skal vise at $\underline{v_0 = 7{,}0\cdot10^6\ m/s}$.

Vi eliminerer t_C fra denne og setter inn i uttrykket for y_C og får:

$$d/2 = ½a_y\cdot(x_C/v_0)^2 = qU_2/(2md)\cdot(x_C/v_0)^2$$

Dette løses mhp. v_0 :

$$v_0 = (x_C/d)(qU_2/m)^{½} =$$

$$(0{,}15m/0{,}06m)(1{,}6\cdot10^{-19}C\cdot45V/(9{,}1\cdot10^{-31}\ kg))^{½} = \underline{\underline{\mathbf{7{,}0\cdot10^6\ m/s}}}$$

som vi skulle vise

e) Den magnetiske kraften er gitt ved $\underline{F} = q\underline{v} \times \underline{B}$. Vi kjenner $\underline{v}$ og $\underline{F}$ som står normalt på hverandre i papirplanet, og vi velger da et B-felt som står normalt på dette igjen. Ladningen q er negativ (elektron) , og F skal ha retning oppover i papirplanet. Bruker vi høyrehåndsregelen finner vi at B-feltet derfor må peke <u>opp</u> av papirplanet. Nå er også F = qvB, som skal balansere den elektriske kraften qE, og vi får:

$$qvB = qE \Rightarrow B = E/v = U_2/(vd) = 45V/(7{,}0\cdot10^6\ m/s\cdot0{,}060\ m) = \underline{\underline{\mathbf{0{,}11\ mT}}}$$

Oppgave 3 (25%)

Gitt ei vertikalt montert, 3,0 mm tykk, svart kjølefinne på 20,0cm · 22,0cm. Det er luft på begge sider, og vi skal se bort fra arealene på kantene.

a) Temperatur på kjøleflata $T_k = 85\ ^oC$, og luft-temperaturen $T_l = 30\ ^oC$, slik at $\Delta T = T_k - T_l = 55$ K. Strålingsbidraget gjelder et svart legeme, og da får vi:

$$\Phi = \Phi_{Varmeovergang} + \Phi_{Stråling} = \Phi_V + \Phi_S = h\cdot A\cdot\Delta T + A\cdot\sigma\cdot(T_2^4 - T_1^4)$$

$$1{,}77\cdot(55)^{¼}\ W/(m^2\cdot K)\cdot2\cdot0{,}20m\cdot0{,}22m\cdot55K\ +$$

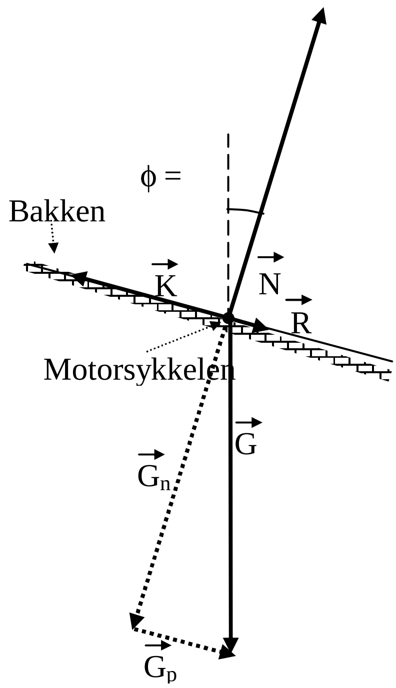
$$2\cdot0{,}20m\cdot0{,}22m\cdot5{,}67\cdot10^{-8}\ W/(m^2\cdot K^4)\cdot(358^4 - 303^4)\cdot K^4 = \underline{\underline{63W}}$$

c)7% Det er opplagt at Φ øker når ΔT øker, poenget her må være at forholdet $(\Phi/\Delta T)$ øker. Det er fordi temperaturene inngår i 4. potens i uttrykket for strålingsvarme, som derfor øker mer enn en lineær funksjon der $\Phi = k\cdot\Delta T$.

Dessuten ser vi også at $h = 1{,}77(\Delta T)^{¼}\ W/(K\cdot m^2)$ for varmeovergangen øker med temperaturdifferansen, noe som også gjør varmeovergangen større når temperaturen øker, - selv om denne økningen er liten i forhold den økte strålingen.

Løsningsforslag Fysikk 1 (*FO300A)*

utsatt eksamen vår 2003, 6. august, 3timer



Oppgave 1 (37%)

Total masse m = 350 kg, konstant fart på v = 80 km/h oppover mot venstre i figuren. Rettlinjet vei med ϕ = 16,5 grader med horisontalplanet.

Samlet motstand på R = 285 N, motorsykkelen regnes som punktformet.

a) Vi har at parallellkomponenten av G:

$G_p = G\sin\phi = mg\sin\phi = 350\text{kg}\cdot 9{,}81\text{m/s}^2 \cdot \sin 16{,}5 = \underline{975\text{ N}}$

mens R = 285 N, ca. en tredjedel av G_p (forsøkt vist i figuren til høyre).

b) Krafta K som driver motorsykkelen framover virker <u>på</u> motorsykkelen <u>fra</u> veien, og er altså frisjonskrafta <u>fra</u> veien og <u>mot</u> drivhjulet. Størrelsen på denne krafta er gitt ved Newtons 2. lov:

$\underline{G} + \underline{N} + \underline{K} + \underline{R} = m\cdot\underline{0}$ siden farten er konstant.

som gir oss komponentligningene:

$-G_p - R + K = 0$ og $N - G_n = 0$ $\Rightarrow$

$K = G_p + R = 975\text{ N} + 285\text{ N} =$ $\underline{\underline{\mathbf{1{,}26\text{ kN}}}}$

c) Effekten P_1 som skyldes krafta K er:

$P_1 = K\cdot v = 1{,}26\text{ kN}\cdot 80\text{km/h} = 100{,}8\text{ kN}\cdot(1000\text{m})/(3600\text{s}) = \underline{28{,}0\text{ kW}}$

Dette er 85% av motoreffekten P som da er:

$P = P_1/0{,}85 =$ $\underline{\underline{\mathbf{33\text{ kW}}}}$

d) Maksimal friksjonskraft er $\mu\cdot N$ som må være større enn K:

$\mu\cdot N > K \Rightarrow \mu > K/N = K/(m\cdot g\cdot\cos\phi) = 1{,}26\text{N}/(350\text{kg}\cdot 9.81\text{m/s}^2 \cdot\cos 16{,}5^\circ) =$ $\underline{\underline{\mathbf{0{,}38}}}$

Oppgave 2

Propelldiameter d = 2,20 m. Maks fart: $v_m = 340\text{m/s}\cdot 80\% = \underline{272\text{ m/s}}$

a) For rotasjon har vi $v = r\cdot\omega$ der r er rotasjonsfarten i rad/s, og vi får:

$\omega_m = v_m/r = (272\text{m/s})/(1{,}1\text{m}) =$ 247,3 /s = $\underline{\underline{\mathbf{247\text{ rad/s}}}}$

som omregnet til omdr. per min. blir:

$n = 247{,}3\text{ rad/s} = 247{,}3(\text{omdr}/2\pi)/(1/(60\text{min})) = 247{,}3(30/\pi)\text{ o/min} =$ $\underline{\underline{\mathbf{2360\text{ omdr/min}}}}$

b) Siden turtallet til propellen er konstant, så er baneakselerasjonen til et punkt ytterst på propellen = 0, og akselerasjonen a er ved denne toppfarten er da lik sentripetalakselerasjonen:

$a = v^2/r = (272\ m/s)^2 / 1{,}1\ m =$ $\underline{\underline{\mathbf{6{,}73 \cdot 10^4\ m/s^2}}}$

Oppgave 3

Gitt en varmtvannstank med overflateareal $A = 1{,}5\ m^2$. I denne oppgaven ser vi bort fra varmekapasiteten til den tomme tanken, og det er ingen vannstrøm ut av tanken. Omgivelsestemperaturen er $t_o = 25\ ^oC$.

a) Uten varmetap til omgivelsene, m =120 kg vann med $T_1 = 12{,}3\ ^oC$. $P_1 = 2000$ W, og $T_2 = 85{,}0\ ^oC$. Denne oppvarmingen tar ei tid t_1.

Økningen i termisk energi i tanken er $Q = m \cdot c \cdot \Delta T = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$,

og tilført energi fra varmeelementet er $W = P_1 \cdot t_1$.

Disse to må være like, og vi løser mhp. t_1 og får:

$t_1 = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)/P_1 = 120kg \cdot (4{,}2kJ/(kg \cdot K))(85 - 12{,}3)K/2000W =$ $\underline{\underline{\mathbf{5\ h\ 5\ min}}}$

b) Varmetapet til omgivelsene er gitt ved:

$\Phi = K \cdot \Delta T \cdot A$

der K er varmeoverførings-koeffisienten, temperaturforskjellen $\Delta T = (t_2 - t_o)$, og A overflatearealet av tanken.

Φ må være like stor som den tilførte effekten $P_2 = 200W$ fra varmeelementet.

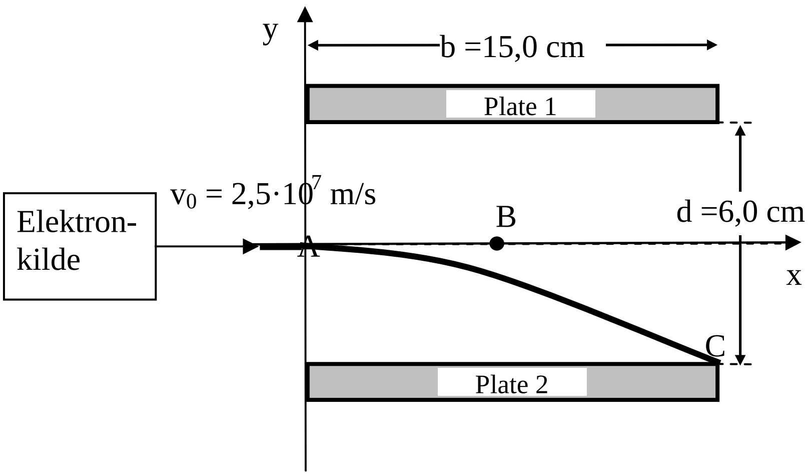
Vi løser mhp. K og får:

$K = P_2/(\Delta T \cdot A) = 200W/((82 - 25)K \cdot 1{,}5m^2) =$ $\underline{\underline{\mathbf{2{,}3\ W/(kg \cdot K)}}}$

Oppgave 4

Gitt opplegget i figuren til høyre, der vi bruker indekser x og y for horisontal og vertikale komponenter (se inntegnet xy-system).

$v_0 = 2{,}5 \cdot 10^7$ m/s horisontalt = v_{0x}



a) Spenningen mellom platene innstilles slik at elektronene så vidt går klar av punkt C , elektronbanen er tegnet med tykk strek, - det blir en parabelbue horisontalt at fra A og så nedover mot C.

Akselerasjonen a_y blir vertikal som feltet, og vi har da for banen i punkt C:

$y_C = - d/2 = ½a_y \cdot t_C^2$

For den horisontale bevegelsen har vi $x_C = b = v_{0x} \cdot t_C$. Vi eliminerer t_C fra disse likningane:

$d = - a_y \cdot (b/v_{0x})^2 \Rightarrow$

$a_y = -d \cdot (v_{0x}/b)^2 = -0{,}006\text{m} \cdot ((2.5 \cdot 10^7 \text{m/s})/0{,}15\text{m})^2 = -1{,}6667 \cdot 10^{15}\ \text{m/s}^2 =$ **$-1{,}7 \cdot 10^{15}$ m/s²**

b) Størrelsen til det elektriske feltet mellom platene finner vi vha. definisjonen på elektrisk felt:

$E = F/q$ der i vårt tilfelle $F = ma_y$ mens det ikkje er krefter i x-retningen.

Regnet med fortegn, gir dette:

$E = ma_y/e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}(-1{,}6667 \cdot 10^{15}\ \text{m/s}^2)/(-1{,}60 \cdot 10^{-19}\ \text{C}) =$ **9,5 kN/C**

som er oppover I positiv y-retning.

c) Den magnetiske kraften er gitt ved $\underline{F} = q\underline{v} \times \underline{B}$. Vi kjenner $\underline{v}$ og $\underline{F}$ som står normalt på hverandre i papirplanet, og vi velger da et B-felt som står normalt på dette igjen. Ladningen q er negativ (elektron) , og F skal ha retning nedover i papirplanet. Vi bruker da høyrehåndsregelen på $\underline{F} = q\underline{v} \times \underline{B}$ med negativ ladning og kommer til denne konklusjonen:

B-feltet må peke normalt ned i papirplanet.

I oppgavens del a) vil elektronets banefart øke fordi v_x er konstant mens v_y øker. . Det betyr at elektronets banefart øker.

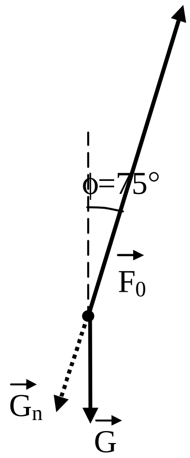
I tilfelle c) med magnetisk avbøyning, vil den magnetiske krafta hele tida stå vinkelrett på banen, slik at vi får sirkelbevegelse med konstant banefart, som hele tida må være lik $v_0 = 2.5 \cdot 10^7$ m/s.

Konklusjon:

Banefarten i punkt C er mindre med magnetisk avbøyning (oppgavens del c)) enn med elektrostatisk avbøyning (oppgavens del a)).

Løsningsforslag Fysikk 1 (*FO300A)*

vår 2004 eksamen 10. juni, 3timer



Oppgave 1

m_0 =15,0 kg, $\phi_0 = \phi_1$ =75° , v_1 = 1200 m/s ved t_1 = 3,0 s. g = 9,8 m/s^2

Ingen luftmotstand mot bevegelsen, og flat jord.

a) Rakettens midlere akselerasjon $a_{0\text{-}1}$ i fase 1 er:

$a_{0\text{-}1} = v_1 / t_1$ = 1200m/s)/3,0 s = 400 m/s^2

og den rettlinjede banelengden dersom vi regner med at akselerasjonen er konstant s_1 blir:

$s_1 = ½a_{0\text{-}1}t_1^{\ 2}$ = ½·400m/s^2·(3,0s)^2 = 1,8 km

b) Det høyeste punktet kaller jeg punkt 2, og da har vi :

$v_{2y} = v_{1y} - g\cdot(t_2 - t_1) \Rightarrow (t_2 - t_1) = (v_{1y} - v_{2y})/g \Rightarrow$

$t_2 = t_1 + v_1\cdot\sin\phi_0/g$ = 3,0 s + (1200 m/s·sin75°)/(9,8m/s^2) = 121,3s = 121 s

For høyden y_2 har vi:

$y_2 = y_1 + v_{1y}\cdot(t_2 - t_1) - ½g\cdot(t_2 - t_1)^2 = (s_1+v_1(t_2\text{-}t_1))\cdot\sin\phi_0 - ½g(t_2\text{-}t_1)^2$ =

1,8km·sin 75°+ 1200m/s·sin 75°(118,3 s) + ½9,8m/s^2 ·(118,3 s)^2 = 70km

c) Skyvekrafta til rakettmotoren like etter utskytningen er gitt ved Newtons 2. lov:

$\Sigma F = F_0 - G\cos\phi_0 = ma_{0\text{-}1} \Rightarrow$

$F_0 = m_0(a_0 + g\cos\phi_0)$ = 15kg(300m/s^2+9,8m/s^2 cos 75°) = 4,7 kN

Akselerasjonen øker fordi massen til raketten minker etter hvert som drivstoffet forbrenner.

Oppgave 2

Diameteren til reimhjulet er d_r = 0,30 m og sylinder: d_s = 0,40 m.

Sylinderen er l = 45 cm lang. Massetetthet per m^2 : σ = 8,2 kg/m^2 .

Sentrifugefart: ω = 1200·2π/rad/(60s) = 126 rad/s

a) Banefarten til et punkt på sylinderen under sentrifugering er v_s :

$v_s = r_s\cdot\omega = d_s\cdot\omega/2$ = 0,40m·126s^{-1}/2 = 25,1m/s = 25 m/s

Det gir en sentripetalakselerasjon a_t på:

$a_s = r_s\cdot\omega_s^{\ 2}$ = 0,20m·(126s^{-1})^2 = 3,2·10^3 m/s^2

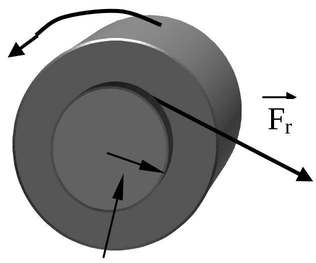
b) Treghetsmomentet I_r til rotor uten drivhjul er summen av treghetsmomentene I_p til endeplata og I_s til sylinderen:

$$I_r = I_e + I_s = ½m_e r_s{}^2 + m_s r_s{}^2 = (½\sigma A_e + \sigma A_s) r_t{}^2$$

$$= \sigma(½\pi \cdot r_s{}^2 + 2\pi r_s \cdot l) r_t^2 = \sigma \cdot \pi (r_s/2 + 2l) r_s^3$$

$$= 8{,}2\text{kg/m}^2 \cdot \pi (0{,}20\text{m}/2 + 2 \cdot 0{,}45\text{m}) \cdot (0{,}20\text{m})^3 = \underline{\underline{0{,}21\ \text{kgm}^2}}$$

c) Det totale treghetsmomentet er nå I = 0,8 kgm^2, og situasjonen er som i figuren til høyre, med bare én kraft på reimhjulet.



Vinkelakselerasjonen er $\alpha = \omega/t = (126\text{rad/s})/0{,}85\text{s} = \underline{148{,}2\text{rad/s}^2}$

Friksjonsmomentet er M_f , og newtons 2. lov for rotasjon gir da:

$$F_r \cdot r_r - M_f = I \cdot \alpha \quad \Rightarrow$$

$$F_r = (I \cdot \alpha + M_f) / r_r =$$

$$(0{,}21\text{kgm}^2 \cdot 148{,}2\text{rad/s}^2 + 5\text{Nm})/0{,}15\text{m} = \quad \underline{\underline{240\text{N}}}$$

Oppgave 3

m = 95 kg. sin ϕ = 1:7 P = 150 W

Den nyttige effekten er $P_n = 90\% \cdot 150\text{W} = \underline{135\ \text{W}}$

a)10% Det nyttige arbeidet gjøres mot tyngdekomponenten langs bakken, og da har vi:

$$P_n = K \cdot v \cdot \sin\phi = mg \cdot \sin\phi \cdot v \quad \Rightarrow$$

$$v = P_n/(mg \cdot \sin\phi) = 135 \cdot 7/(95\text{kg} \cdot 9{,}8\text{m/s}^2) = \underline{\underline{1{,}0\ \text{m/s}}}$$

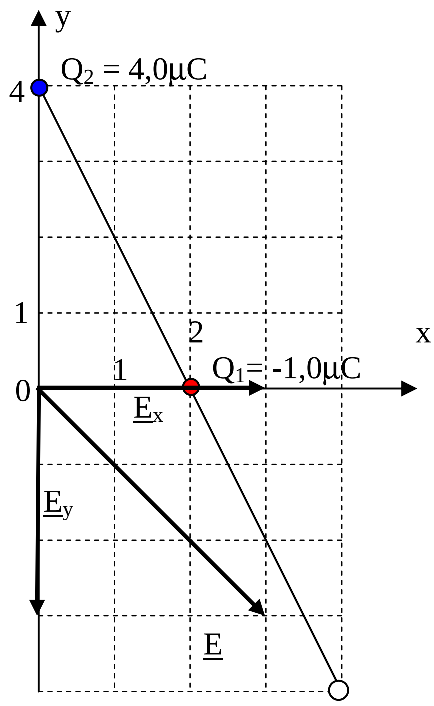
b)7% Vi regner med hele effekten her og da er :

$$P \cdot t = m \cdot c_v \cdot \Delta T \quad \Rightarrow$$

$$t = m \cdot c_v \cdot \Delta T/P = 0{,}15\text{kg} \cdot (4{,}2\text{kJ/(kg}\cdot\text{K)}) \cdot 70\text{K}/150\text{W} = \underline{\underline{290\ \text{s} = 4\text{min}\ 50\text{s}}}$$

Oppgave 4

Q_1 = -1,0 μC i (2, 0)og Q_2 = 4,0 μC i (0, 4)



a) Det elektriske i origo feltet består av en x-komponent E_x fra Q_1 og en y-komponent E_y fra Q_2 slik som vist i figuren til høyre. E_x har positiv retning <u>mot</u> Q_1 , mens E_y er rettet <u>fra</u> den positive Q_2. Da regner vi begge disse som absoluttverdier:

$E_x = |k_0 \cdot Q_1/x_1^2| =$

$8{,}99\cdot10^9\ Nm^2/C^2\cdot1{,}0\cdot10^{-6}C/(2m)^2 = \underline{2{,}248\ kN/C}$

$E_y = |k_0 \cdot Q_2/x_1^2| =$

$8{,}99\cdot10^9\ Nm^2/C^2\cdot4{,}0\cdot10^{-6}C/(4m)^2 = \underline{2{,}248\ kN/C}$

Vektorene $\underline{E}_x$ og $\underline{E}_y$ er tegnet inn i figuren t.h. sammen med den resulterende feltstyrkevektoren $\underline{E}$. Vi ser at:

$E = (E_x^2 + E_y^2)^{½} =$

$((2{,}248\ kN/C)^2+(2{,}248\ kN/C)^2)^{½} = \underline{3{,}2\ kN/C, \text{ med vinkel } -45° \text{ (med x-aksen)}}$

b) Det punktet i dette planet der feltstyrken er lik null, må være et punkt der feltstyrken fra hver av ladningene har samme retning, og det inntreffer bare på den rette linja som går gjennom dem begge, se figuren. Siden ladningene har motsatt polaritet, kan ikke dette punktet ligge mellom ladningene, og når $|Q_1|< Q_2$, så punktet ligge nærmest Q_1. Altså ligger det nedenfor og til høyre for Q_1. Kaller vi avstanden mellom ladningene d, og avstanden fra dette punktet og til Q_1 og Q_2 (= - $4Q_1$) for hhv. r_1 og r_2 ($d = r_2 - r_1$) , så får vi for det totale feltet i dette punktet:

$k_0\cdot Q_1/r_1^2 + k_0\cdot Q_2/r_2^2 = k_0\cdot Q_1/r_1^2 + k_0\cdot(-4Q_1)/(r_1+d)^2 = 0 \quad \Rightarrow$

$1/r_1^2 = 4/(r_1+d)^2 \quad \Rightarrow$

$(r_1+d) = 2\cdot r_1 \quad \Rightarrow \qquad \underline{r_1 = d}$

I figuren ser vi dette punktet som en sirkel nederst til høyre, og koordinatene er <u>(4, -4)</u>

c) Gitt: l = 50 m , v = 500 kts = 500·1852m/(3600s) = 257 m/s B = $4{,}0 \cdot 10^{-5}$ T .
Feltretning: 60° ned mot bakken, nordover.

Den induserte spenningen mellom vingespissene kan maksimalt bli :

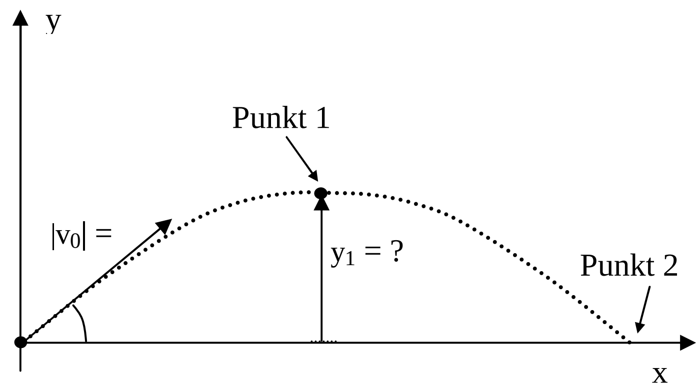
$U = v\cdot B\cdot l = 257m/s\cdot 4{,}0\cdot10^{-5}T \cdot 50\ m = \underline{\underline{0{,}51\ V}}$

Fartsretningen må da normalt på B, og slik at vingene også står normalt på B. (4 muligheter: 30° kregning mot sør i øst/vest retning, norover med 30° vinkel <u>opp</u> (stigning) eller sørover med 30° vinkel <u>ned</u> .)

Løsningsforslag Fysikk 1 (*FO300A)*

vår 2004 utsatt eksamen 9. august 2004, 3timer

Oppgave 1



Symbolene er definert i figuren til høyre. Vi skal se bort fra luftmotstand regne med at størrelsen til kula ikke har noen betydning (punktformet masse).

x- og y-komponentene er merket med hhv. x og y i indeksen. Punkt 1 er det høyeste punktet, mens $y_2 = 0$.

Ligningene for bevegelsen er:

$v_x = v_{0x} = v_0 \cos30^o$ $\qquad$ $x = v_x \cdot t = v_0 \cos30^o \cdot t$

$v_y = v_{0y} - g \cdot t = v_0 \sin30^o - g \cdot t$ $\qquad$ $y = v_0 \cdot t - ½g \cdot t^2$

a) For punkt 1, det høyeste punktet er $v_y = 0$:

$$v_{y1} = v_0 \cdot \sin30^o - g \cdot t_1 = v_0/2 - g \cdot t_1 = 0 \Rightarrow$$

$$t_1 = v_0/(2g) = \ 20m/s)/(2 \cdot 9{,}8m/s^2) = \qquad \underline{\underline{1{,}02\ s}}$$

Uttrykket for t_1 settes inn i uttrykket for y og gir:

$$y_1 = v_0 \cdot \sin30^o \cdot t_1 - ½g \cdot t_1^2 \ = v_0/2 \cdot v_0/(2g) - ½g \cdot (v_0/(2g))^2$$

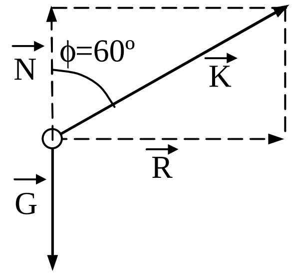
$$= v_0^2/(8g) = (20m/s)^2/(8 \cdot 9{,}8m/s^2) = \qquad \underline{\underline{5{,}1\ m}}$$

b) I punkt 2 er $y_2 = 0$:

$$y_2 = v_0 \cdot t/2 - ½g \cdot t^2 = 0 \ \Rightarrow \ t_2 = v_0/g \text{ som settes inn i uttrykket for x:}$$

$$x_2 = \ v_0 \cos30^o \cdot t_2 = v_0^2 \cos30^o/g = (20m/s)^2 \cos30^o/(9{,}8m/s^2) = \qquad \underline{\underline{35\ m}}$$

Oppgave 2



a) Ringen i figuren til høyre viser motorsykkel med fører i en sving mot høyre, <u>fra</u> oss.

G er tyngdekrafta, og K er krafta fra bakken på motorsykkelen (hjulene). N (normalkrafta) og R (friksjonskrafta) er komponentene til K.

b) Siden det ikke er bevegelse i vertikalplanet, må N = G = mg.

Vi ser at $\Sigma\underline{F} = \underline{G} + \underline{K} = \underline{G} + \underline{N} + \underline{R} = \underline{R} \ = m\underline{a}_N$ $\qquad$ der a er sentripetalakselerasjonen.

Og $\tan\phi = R/N \ \Rightarrow \ R = N \cdot \tan\phi = mg \cdot \tan\phi \ \Rightarrow$

$m \cdot a_N = mg \cdot \tan\phi \quad \Rightarrow$

$a_N = g \cdot \tan\phi = 9{,}8\ m/s^2 \cdot \tan 60^o =$ $\underline{\underline{17\ m/s^2}}$

Friksjonstallet mellom hjul og underlag finner vi ved maks. kregning som er 60º:

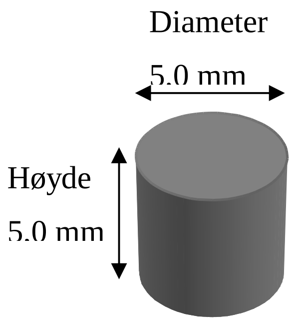
$\mu = R/N = \tan\phi = \tan 60^o = 1{,}732 =$ $\underline{\underline{1{,}7}}$

c) Vi har:

$ma_N = R$ der $a_N = v^2/r$ og $R = \mu N = \mu mg$, slik at:

$mv_{max}{}^2/r = \mu mg \Rightarrow v_{max}{}^2 = \mu mg \quad \Rightarrow \quad \underline{\underline{v_{max} = 1{,}32 \cdot \sqrt{g \cdot R}}}$

Oppgave 3



Overflatearealet A til kapselen er:

$A = 2\pi r^2 + 2\pi rh =$

$2\pi((2{,}5 \cdot 10^{-3} m)^2 + 2\pi(2{,}5 \cdot 10^{-3} m \cdot 5{,}0 \cdot 10^{-3} m) = \underline{1{,}18 \cdot 10^{-4}\ m^2}$

Temperatur på kapselen T_k = 150 °C, og omgivelsestemperaturen T_o = 25 °C, slik at $\Delta T = T_k - T_o$ = 125 K. Strålingsbidraget gjelder et svart legeme, og da får vi:

$\Phi = \Phi_{Varmeovergang} + \Phi_{Stråling} = \Phi_V + \Phi_S = h \cdot A \cdot \Delta T + A \cdot \sigma \cdot (T_k{}^4 - T_o{}^4)$

$1{,}77 \cdot (125)^{1/4}\ W/(m^2 \cdot K) \cdot 1{,}18 10^{-4}\ m^2 \cdot 125K \ +$

$1{,}18 \cdot 10^{-4}\ m^2 \cdot 5{,}67 \cdot 10^8\ W/(m^2 \cdot K^4) \cdot (423^4 - 298^4) \cdot K^4 =$

$87{,}3\ mW + 161{,}4\ mW = \underline{248{,}7\ mW}$

Den termiske resistansen $R_\theta = \Delta T/\Phi$ fra kapsel til omgivelser under disse forholdene er da:

$R_\theta = \Delta T/\Phi = 125\ K/(248{,}7 mW) =$ $\underline{\underline{0{,}50\ K/mW}}$

Siden $\Phi_{Stråling}$ er nesten det dobbelte av $\Phi_{Varmeovergang}$, så er den sorte fargen <u>svært</u> viktig. Den reduserer R_θ til 1/3 av hva den ellers ville vært.

Oppgave 4

Treghetsmomentet til aksling og motor er I_m = 1,87kgm². Sylindermassen m_s =94 kg. Vi ser bort i fra vekten av tauet og friksjon. Sylinderradius r_s = 0,180 m.

a) Lasten på 200 kg får farten v = 14m/10s = 1,4 m/s

Vinkelfarten ω_s er da: $\omega_s = v/r_s = (1{,}4 m/s)/0{,}18 m = 7{,}778\ rad/s =$ $\underline{\underline{7{,}8\ rad/s}}$

Bevegelsen foregår ved konstant fart, og da er kraftmomentet $M_l = mgr_s$ fra lasten like stort som motormomentet M_m :

$M_m = mgr_s = 200\text{kg}\cdot 9{,}8\text{m/s}^2 \cdot 0{,}180\text{m} = 353{,}2 \text{ Nm} =$ $\underline{\underline{350 \text{ Nm}}}$

Motorytelsen er:

$P = M_m \cdot \omega_s = 353{,}2 \text{ Nm}\cdot 7{,}778 \text{ rad/s} =$ $\underline{\underline{2{,}7 \text{ kW}}}$

b)7% Vi begynner med Newtons 2. lov for lasten:

$\Sigma F = G - S = ma \quad \Rightarrow \quad S = m(g - a)$

Og for motor-sylinder:

$\Sigma M = S\cdot r_s = I\alpha_s = Ia/r_s$ siden $a = r_s\cdot\alpha_s$.

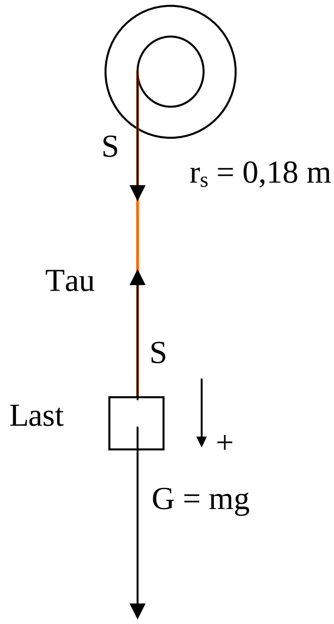
Og $I = I_m + I_s = 1{,}87\text{kgm}^2 + ½94\text{kg}\cdot(0{,}180\text{m})^2 = \underline{3{,}39\text{kgm}^2}$

Så setter vi $S = m(g - a)$ inn i $S\cdot r_s = Ia/r_s$ og får:

$m(g - a)\cdot r_s = I\cdot a/r_s \Rightarrow g - a = I\cdot a/(mr_s^2)) \Rightarrow$

$a = g/(1 + I/(mr_s^2)) =$

$9{,}8\text{m/s}^2 /[1+3{,}39\text{kgm}^2/(200\text{kg}\cdot(0{,}18\text{m})^2)] =$ $\underline{\underline{6{,}4 \text{ m/s}^2}}$



Oppgave 5

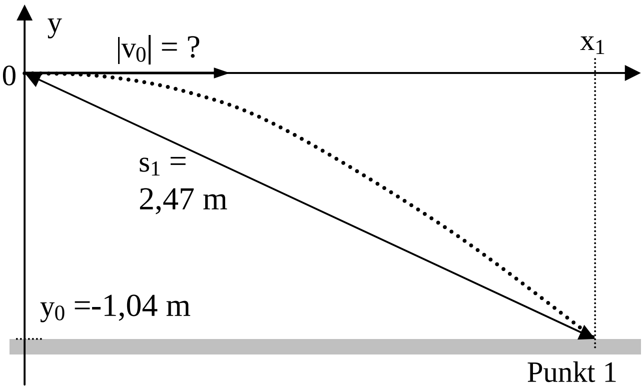
Når en elektrisk ladet partikkel beveger seg vinkelrett på et homogent magnetfelt, så vil den magnetiske kraften på partikkelen stå normalt på banefarten (og magnetfeltet). Dermed vil baneakselerasjonen $a_T = 0$, banefarten er konstant. Da vil også sentripetalakselerasjon være og konstant, og følgelig er banen en sirkel! (Og IKKE en spiral..)

Dersom den samme partikkelen beveger seg i et homogent elektrisk felt, så vil dens akselerasjon være konstant, akkurat som ved kast uten luftmotstand i tyngdefeltet, der banen blir en parabel.

Årsaken til denne forskjellen er altså at akselerasjonen i det første tilfellet hele tiden endrer seg slik at den er vinkelrett på farten, mens i det andre tilfellet er den en konstant.

Løsningsforslag Fysikk 1 (*FO340A)*

vår 2005 eksamen 6. juni, 3timer



Oppgave 1

I denne oppgaven ser vi bort fra luftmotstand.

a) Se figuren til høyre. Som origo har vi valgt utskytningspunktet, og akseretningene er tegnet inn i figuren. Bevegelsen starter ved tida $t_0 = 0$. Vi kaller nedslagspunktet for punkt 1, og tida i lufta for t_1.

Pga kula har vi:

$y_0 = -(1{,}05\text{m} - 2{,}54\text{cm}/2) = \underline{-1{,}04\text{m}}$

For bevegelsen langs y – aksen har vi:

$y_1 = -\frac{1}{2}g\cdot t_1^2$ siden både der $v_{0y} = 0$ og $y_0 = 0$. Vi løser mhp. t_1 (>0!) og får:

$\frac{1}{2}g\cdot t_1^2 = -y_2 \Rightarrow$

$t_1 = (-2y_1/g)^{1/2} = (-2(-1{,}04\text{m})/(9{,}8\text{ m/s}^2))^{1/2} = \underline{0{,}461\text{ s}} =$ $\underline{\underline{0{,}46\text{ s}}}$

b) Vi trenger nå $x_1 = (s_1^2 - y_1^2)^{1/2} = ((2{,}47\text{ m})^2 - (1{,}04\text{m})^2)^{1/2} = \underline{2{,}24\text{ m}}$

Og siden $x_1 = v_{0x}t_1$ der v_{0x} er utskytningsfarten vi søker, så får vi:

$v_0 = v_{0x} = x_1/t_1 = 2{,}24\text{m}/0{,}461\text{s} = 4{,}86\text{ m/s} =$ $\underline{\underline{4{,}9\text{ m/s}}}$

c) Vi kaller dette nye nedslagspunktet for punkt 2, og vanlige indekser for komponenter.

Nå er: $y_2 = y_1 = v_{0y}\cdot t_2 - \frac{1}{2}g\cdot t_2^2$ der $v_{0y} = v_0\cdot\sin\theta_0 = 4{,}8\text{ m/s}\cdot\sin 25° = \underline{2{,}029\text{ m/s}}$.

Vi løser mhp t_2 og får:

$$t_2 = \frac{v_{0y} \pm \sqrt{v_{0y}^2 - 2g\cdot y_N}}{g} = \frac{2{,}029m/s \pm \sqrt{(2{,}029m/s)^2 - 2\cdot 9{,}8m/s^2\cdot(-1{,}04m)y_N}}{9{,}8m/s^2} = \underline{0{,}712s}$$

som settes inn i:

$x_2 = v_{0x}\cdot t_2 = v_0\cdot\cos\theta\cdot t_2 = 4{,}8\text{ m/s}\cdot\cos 25°\cdot 0{,}712\text{ s} = \underline{3{,}10\text{ m}}$

Og siden $x_1 = 2{,}24$m, blir derfor svaret: $\underline{\underline{0{,}86\text{ m}}}$

Nedslagsvinkelen er $\theta_2 = \text{Arctan}(v_{y2}/v_{x2}) = \text{Arctan}[(v_0\cdot\sin\theta_0 - gt_2)/v_{0x}] =$

$= \text{Arctan}[(4{,}8\text{ m/s}\cdot\sin 25° - 9{,}8\text{m/s}^2\cdot 0{,}712\text{s})/(4{,}8\text{ m/s}\cdot\cos 25°)] =$ $\underline{\underline{-49°}}$

d) Arbeidet utført på stålfjæra er $W = \frac{1}{2}K_{maks}\cdot x$ der K_{maks} er den maksimale krafta som trengs. Den må (minst) være lik kula sin kinetiske energi, $\frac{1}{2}mv^2$ der $m = \rho\cdot V$ og $V = \pi d^3/6$. Antar vi at det ikke er friksjon, så får vi:

$\frac{1}{2}K_{maks}\cdot x = \frac{1}{2}(\rho\cdot\pi d^3/6)\, v^2 \Rightarrow$

$K_{maks} = v^2\rho\cdot\pi d^3/(6x) = (4{,}9\text{m/s})^2 7{,}8\cdot 10^3\ \text{kg/m}^3\cdot\pi(0{,}0254\text{m})^3/(6\cdot 0{,}10\text{m}) = \underline{\underline{16\text{N}}}$

Oppgave 2

a) Vi regner med at temperaturen på overflata A til radiatoren også har temperaturen 60°C = T_r . Luft-temperaturen T_l = 20 °C, slik at $\Delta T = T_r - T_l$ = 40 K. Strålingsbidraget gjelder et svart legeme, og varmestrømmen er 2,0 kW:

$$\Phi = \Phi_{Varmeovergang} + \Phi_{Stråling} = \Phi_V + \Phi_S = h\cdot A\cdot\Delta T + A\cdot\sigma\cdot(T_2^4 - T_1^4) \Rightarrow$$

$$A = \Phi/[h\cdot\Delta T + \sigma\cdot(T_2^4 - T_1^4)] =$$

$$= 2{,}0\text{kW}/[1{,}77\cdot(40)^{1/4}\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})\cdot 40\text{K} + 5{,}67\cdot 10^{-8}\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}^4)\cdot(333^4 - 293^4)\cdot\text{K}^4 = \underline{\underline{4{,}3\text{m}^2}}$$

b) Netto energi <u>inn</u> med vannet i løpet av en tid Δt er

$\Delta E = c\cdot\Delta m\cdot(T_2 - T_1)$ der T_2 = 70°C , T_1 = 50°C , Δm er massen av vannet og c er spesifikk varmekapasitet til vann.

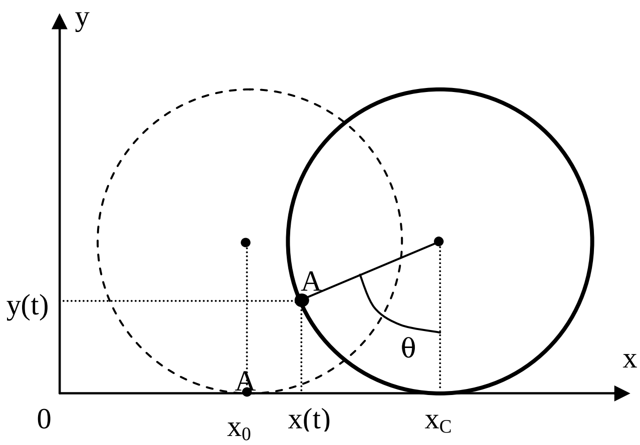
Effekten er da P:

$$P = \Delta E/\Delta t = c\cdot\Delta m\cdot(T_2 - T_1)/\Delta t = c\cdot(T_2 - T_1)\cdot(\Delta m/\Delta t) \Rightarrow$$

Vannstrømmen er:

$(\Delta m/\Delta t) = P/(c\cdot(T_2 - T_1)) = 2{,}0\text{kW}/((4{,}2\ \text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K}))\cdot 20\text{K}) = 0{,}0238\text{kg/s} = \underline{\underline{0{,}024\ \text{l/s}}}$

Oppgave 3



Gitt $x(t) = x_0 + v_C\cdot t - R\cdot\sin(v_C\cdot t/R)]$

og $y(t) = R\ [1 - \cos(v_C\cdot t/R)]$

a) Fartskomponentene finnes ved å derivere:

$v_x(t) = dx(t)/dt =$

$v_C - R\cdot\cos(v_C\cdot t/R)\cdot(v_C/R)] = \underline{\underline{v_C\ [1 - \cos(v_C\cdot t/R)]}}$

og:

$v_y(t) = dy(t)/dt = R\ [0 + \sin(v_C\cdot t/R)\cdot\ (v_C/R)] = \underline{\underline{v_C\cdot\sin(v_C\cdot t/R)}}$

Banefarten er:

$$v = \sqrt{v_x{}^2 + v_x{}^2} = \sqrt{v_C(1-\cos(v_C t/R))^2 + v_C\sin^2(v_C t/R)} =$$

$$v_C\sqrt{1 - 2\cos(v_C t/R) + \cos^2(v_C t/R) + v_C\sin^2(v_C t/R)^2} = \underline{\underline{v_C\sqrt{2 - 2\cos(v_C t/R)}}}$$

Rottegnet blir lik 2 når $\cos(v_C\cdot t/R) = -1$, dvs når $(v_C\cdot t/R) = \pi \Rightarrow$ $\underline{\underline{t = \pi\ R/v_C}}$

Det er når A er på toppen av hjulet (og <u>hver gang siden</u> når A er på toppen)

b) Vi har: $a_x(t) = dv_x(t)/dt = v_C[0 + \sin(v_C \cdot t/R) \cdot (v_C/R)] =$ $\underline{\underline{(v_C^2/R)\sin(v_C \cdot t/R)}}$
og: $a_y(t) = dv_y(t)/dt = v_C[-\cos(v_C \cdot t/R) \cdot (v_C/R)] =$ $\underline{\underline{(v_C^2/R)\cos(v_C \cdot t/R)}}$

Skalarverdien blir:

$$a = \sqrt{a_x^{\,2} + a_x^{\,2}} = \sqrt{\left[(v_C^{\,2}/R)\sin(v_C t/R)\right]^2 + \left[(v_C^{\,2}/R)\cos(v_C t/R)\right]^2} = \underline{\underline{(v_C^{\,2}/R)}}$$

som er den vanlige sentripetalakselerasjonen som hele tida peker inn mot sentrum i hjulet (dette er rotasjon med konstant fart..)

c)10% Vi ser at: $x(t) = x_C - (x_C - x(t))$ der $x_C = x_0 + v_C \cdot t$

Videre er $(x_C - x(t)) = R \cdot \sin\theta$ der $\theta = (v_C \cdot t/R)$ og da har vi :

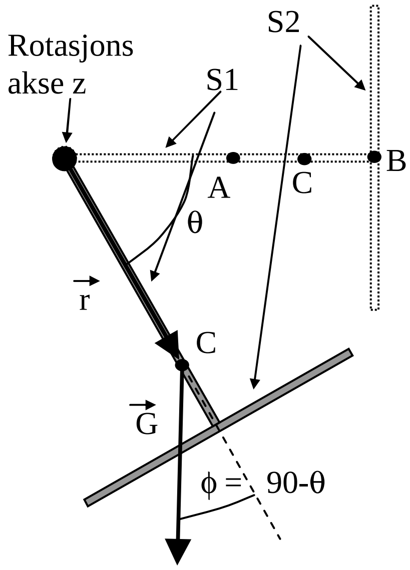
$x(t) = (x_0 + v_C \cdot t) - R \cdot \sin(v_C \cdot t/R) =$ $\underline{\underline{x_0 + v_C \cdot t - R \cdot \sin(v_C \cdot t/R)}}$

Og:

$y(t) = y_C - (y_C - y(t))$ der $y_C = R$ og $y_C - y(t) = R \cdot \cos\theta$ og da har vi :

$y(t) = R - R \cdot \cos(v_C \cdot t/R) =$ $\underline{\underline{R[1 - \cos(v_C \cdot t/R)]}}$

Oppgave 4



To tynne stenger S1 og S2 er sveiset sanmmen til en "T".

L = 0,50 m og m =0,15 kg. Rotasjonaksen z er som i figuren.

a) Siden de to stengene har samme masse, så vil posisjonen til massesenteret for "T"-en vil ligge midt mellom massesentrene A og B for de to stengene, i punkt C i figuren, i avstand 3L/4 fra rotasjonspunktet.

b) Vi har for treghetsmomentet I_z til "T"-en:

$I_z = I_{1z} + I_{2z} = (I_{1A} + m(zA)^2) + (I_{2B} + m(zB)^2) =$

$= (mL^2/12 + m(L/2)^2) + (mL^2/12 + mL^2) =$

$= mL^2(17/12) = 0{,}15\text{kg} \cdot (0{,}50\text{m})^2 (17/12) =$
$\underline{\underline{0{,}053\ \text{kgm}^2}}$

c) Kraftmomentet fra tyngden G = 2mg til "T"-en blir:

$M = r \cdot G \cdot \sin\angle(\underline{r},\underline{G}) = (3L/4) \cdot (2mg) \cdot \sin\phi = (3mgL/2) \cdot \cos\theta$

Og Newtons 2. lov: $\Sigma M = I \cdot \alpha$, der vi løser mhp vinkelakselerasjonen α:

$(3mgL/2) \cdot \cos\theta = mL^2(17/12) \cdot \alpha \Rightarrow$

$\alpha = [(3mgL/2) \cdot \cos\theta]/[= mL^2(17/12)] =$ $\underline{\underline{(18/17)g \cdot \cos\theta/L}}$

d) Farten v_B til punkt B er proporsjonal med ω : $v_B = L \cdot \omega$

Tapet i potensiell energi for de to stengene tilsammen fra start til den nederste stillingen, er: $E_p = mgL/2 + mgL = 3mgL/2$ og det må vi finne igjen som kinetisk energi: $E_k = ½I_z\omega_n^{\,2} = ½(mL^2(17/12))\omega_n^{\,2}$ i det nederste punktet.

Dette gir: $\frac{1}{2}(mL^2(17/12))\omega_n^2 = 3mgL/2 \Rightarrow \quad \omega_n = \underline{\sqrt{(36/17)g/L}}$

Og vi får:

$$v_B = L \cdot \omega_n = \sqrt{(36/17)gL} = \sqrt{(36/17)(9{,}81m/s^2)\cdot 0{,}50m} = \underline{\underline{3{,}2m/s}}$$

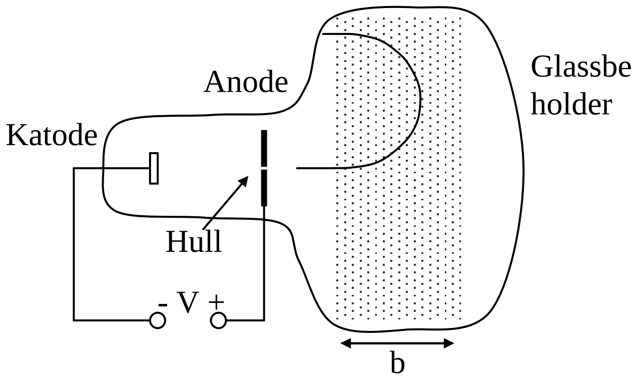
I denne posisjonen er vinkelakselerasjonen lik 0, og massesenteret har en ren sentripetalakselerasjon gitt ved $a_{nC} = r\,\omega_n^2 = (3L/4)(36/17)(g/L) = (54/17)mg$.

Kaller vi krafta oppover fra rotasjonsaksen for K_{zn} , så får vi vha Newtons 2. lov:

$$K_{zn} - G = (2m)a_{nC} = (54/17)mg \qquad \Rightarrow$$

$$K_{zn} = (2m)g + (54/17)mg = (88/17)mg = (88/17)\cdot 0{,}15kg\cdot(9{,}81m/s^2) = \quad \underline{\underline{7{,}6\ N}}$$

Oppgave 5



Gitt systemet til høyre. b = 5,0 cm,

$B = k\cdot I$ der $k = 3{,}3\cdot 10^{-4}$ T/A. $v = 1{,}5\cdot 10^{7}$ m/s

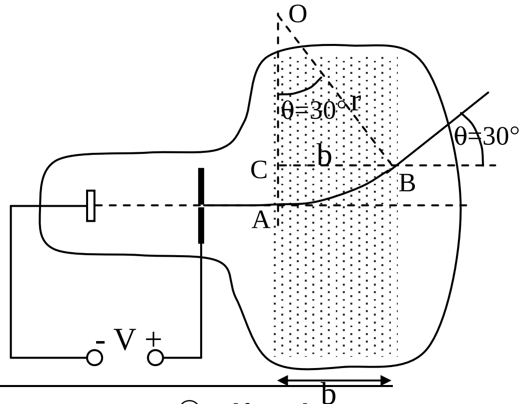
a) Den potensielle energien til elektronene ved katoden er $W = e\cdot V$, og ved anoden er dette blir bevegelsesenergi. Da har vi:

$e\cdot V = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow$

$V = mv^2/(2e) = 9{,}11\cdot 10^{-31}kg\cdot(1{,}5\cdot 10^{7}m/s)^2 /(2\cdot 1{,}60\cdot 10^{-19}\ C) = \quad \underline{\underline{640V}}$

b) Vi har elektronfarten v mot høyre og magnetfeltet B rettet opp av papirplanet. Vha høyrehåndsregelen retning OPP på kraften. Siden magnetfeltet er sterkt nok til å snu elektronene, blir elektronbanen en halvsirkel som vist i figuren.

c) Det elekrtiske feltet i det prikkede området må ha en slik retning at kraften på elektronene blir motsatt rettet av den magnetiske kraften der de møter magnetfeltet, altså nedover i papirplanet i figuren. Det kan arrangeres vha to parallelle metallplater (ikke av jern eller stål) som er parallelle med elektronhastigheten og med magnetfeltet (platene må i figuren stå normalt på papirplanet, parallelt med linjene i denne teksten) . For at kraften på (de negative) elektronene skal være rettet nedover, må den øverste plata være negativ, og den nederste altså positiv. Platene må ha bredden b (se figuren) akkurat ligge i magnetfeltet .



d) Elektronene kommer horisontalt inn ved punkt A i figuren til høyre), går i en sirkelbane til punkt B der de forlater feltet i en rettlinjet bane som er avbøyd en vinkel q = 30° fra den opprinnelige. O er sentrum i sirkelbanen, og da finner vi baneradien r :

$\sin\theta = CB/OB = b/r \Rightarrow$

$r = b/\sin\theta = 5{,}0\text{cm}/\sin 30° = \underline{10{,}0\text{ cm}}$

I denne sirkelbevegelsen er sentripetalkraften F på elektronene identisk med den magnetiske:

$F = evB = kevI$, der e er elementærladningen, og vha Newtons 2.lov får vi:

$kevI = ma = mv^2/r \Rightarrow$

$I = mv/(ker) =$

$9{,}1\cdot10^{-31}\text{kg}\cdot1{,}5\cdot10^{7}\text{m/s}/(3{,}3\cdot10^{-4}\text{T/A}\cdot1{,}6\cdot10^{-19}\text{C}\cdot0{,}10\text{m}) = \underline{\underline{2{,}6\text{ A}}}$

Løsningsforslaget er slutt.

Løsningsforslag Fysikk 1 (*FO340A)*

vår 2005 utsatt eksamen august

Oppgave 1 (33%)

$m_0 = 15{,}0$ kg, $\phi_0 = \phi_1 = 80°$, $v_1 = 340$ m/s ved $t_1 = 2{,}0$ s. $g = 9{,}8\text{ m/s}^2$

Ingen luftmotstand mot bevegelsen, og flat jord.

a) Rakettens midlere akselerasjon a_{0-1} i fase 1 er:

$a_{0-1} = v_1/t_1 = 340\text{m/s})/2{,}0\text{ s} = \underline{\underline{170\text{ m/s}^2}}$

og den rettlinjede banelengden s_1 dersom vi regner med at akselerasjonen er konstant:

$s_1 = ½a_{0-1}t_1^{\,2} = ½\cdot170\text{m/s}^2\cdot(2{,}0\text{s})^2 = \underline{\underline{340\text{ m}}}$

b) Det høyeste punktet kaller jeg punkt 2, og da har vi :

$0 = v_{2y} = v_{1y} - g\cdot(t_2 - t_1) \Rightarrow (t_2 - t_1) = v_{1y}/g = v_1\cdot\sin\phi_0/g \Rightarrow$

$t_2 = t_1 + v_1\cdot\sin\phi_0/g = 2{,}0\text{ s} + (340\text{ m/s}\cdot\sin 80°)/(9{,}8\text{m/s}^2) = 36{,}2\text{ s} = \underline{\underline{36\text{s}}}$

For høyden y_2 har vi:

$y_2 = y_1 + v_{1y}\cdot(t_2 - t_1) - ½g\cdot(t_2 - t_1)^2 = s_1\cdot\sin\phi_0 + v_{1y}\cdot v_{1y}/g - ½g\cdot((v_{1y})/g)^2 =$

$s_1\cdot\sin\phi_0 + ½v_{1y}^{\,2}/g = 340\text{m}\cdot\sin 80° + ½(340\text{m/s}\cdot\sin 80°)^2/(9{,}8\text{m/s}^2) = \underline{\underline{6{,}1\text{ km}}}$

c) Skyvekrafta S_0 til rakettmotoren like etter utskytningen er gitt ved Newtons 2. lov:

$\Sigma F_0 = S_0 - G\cdot\cos\phi_0 = ma_{0-1} \Rightarrow$

$S_0 = m_0(a_0 + g\cdot\sin\phi_0) = 15\text{kg}(300\text{m/s}^2+9{,}8\text{m/s}^2\cdot\sin 80°) = \underline{\underline{4{,}6\text{ kN}}}$

d) Gitt $m(t) = m_0 - w \cdot t$ der $m_0 = 15{,}0$ kg og $w = 5{,}3$ kg/s.

Kraftsummen er konstant: $\Sigma F = S_0 - g \cdot \sin\phi_0$

Akselerasjonen a(t) er da gitt ved newtons 2. lov: $a(t) = \dfrac{\sum F}{m(t)} = \underline{\underline{\dfrac{S_0 - m_0 g \cdot \sin\phi_0}{m_0 - wt}}}$

Og vi får farten ved å integrere a(t):

$$v(t) = v_0(t) + \int_0^{t_1} a(t)dt = \int_0^{t_1} \frac{S_0 - m_0 g \cdot \sin\phi_0}{m_0 - wt} dt = S_0 - m_0 g \cdot \sin\phi_0 \int_0^{t_1} \frac{1}{m_0 - wt} dt =$$

$$\left[-\frac{S_0 - m_0 g \cdot \sin\phi_0}{w} \ln|m_0 - wt| \right]_0^t = \underline{\underline{\frac{S_0 - m_0 g \cdot \sin\phi_0}{w} \ln \frac{m_0}{m_0 - wt_1}}}$$

Oppgave 2 (33%)

Gitt en vertikal motstandstråd med lengde L = 0,30 m og diameter d = 0,30 mm

a) Temperatur på overflata $T_1 = 200\ ^oC$. Omgivelses-temperaturen T_o er ikke oppgitt, men vi antar $T_o = 25\ ^oC$, slik at $\Delta T = T_1 - T_o = 175$ K. Strålingsbidraget gjelder et svart legeme, og da får vi:

$$\Phi = \Phi_{Varmeovergang} + \Phi_{Stråling} = \Phi_V + \Phi_S = h \cdot A \cdot \Delta T + A \cdot \sigma \cdot (T_1^4 - T_o^4)$$

der $A = \pi dL = \pi \cdot 0{,}30\ mm \cdot 0{,}30\ m = \underline{2{,}83 \cdot 10^4\ m^2}$

Og: $\Phi = 1{,}77 \cdot (175)^{¼}\ W/(m^2 \cdot K) \cdot 2{,}83 \cdot 10^4\ m^2 \cdot 175K\ +$

$2{,}83 \cdot 10^{-4}\ m^2 \cdot 5{,}67 \cdot 10^8\ W/(m^2 \cdot K^4) \cdot (473^4 - 298^4) \cdot K^4 = 0{,}32W + 0{,}68W = \underline{\underline{1{,}0W}}$

b) Den tilførte effekten er nå $P = 11{,}6V \cdot 1{,}8A = \underline{20{,}9\ W}$ som må være lik varmestrømmen Φ fra tråden. Fremdeles er:

$$\Phi = \Phi_{Varmeovergang} + \Phi_{Stråling} = \Phi_V + \Phi_S = h \cdot A \cdot \Delta T + A \cdot \sigma \cdot (T_1^4 - T_o^4)$$

Men nå er temperaturen mye høyere, og da gjetter vi på en større varmeovergang: 2 W. Siden vi nå må ha $T_1 >> T_o$, ser vi bort i fra T_o^4, løser mhp. T_1 og får:

$T_2 = (\Phi_{Stråling}/(A \cdot \sigma))^{1/4} =$

$((20{,}9W - 2\ W)/(2{,}83 \cdot 10^{-4}\ m^2 \cdot 5{,}67 \cdot 10^8\ W/(m^2 \cdot K^4)))^{¼} = 1042\ K = \underline{\underline{770\ ^oC}}$

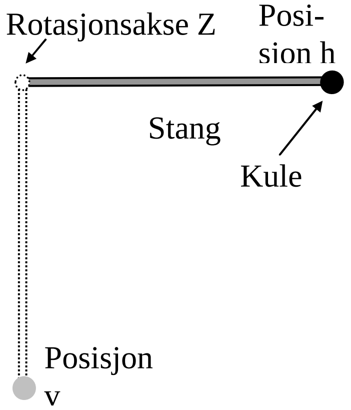
(For å kontrollere svaret og evt. korrigere for omgivelsestemperatur og varmeovergang, kan vi sette denne temperaturen inn i den opprinnelige uttrykket med $\Delta T = T_1 - T_o = 770$ K:

$\Phi = 1{,}77 \cdot (743)^{¼}\ W/(m^2 \cdot K) \cdot 2{,}83 \cdot 10^4\ m^2 \cdot 743K\ +$

$2{,}83 \cdot 10^{-4}\ m^2 \cdot 5{,}67 \cdot 10^8\ W/(m^2 \cdot K^4) \cdot (1042^4 - 298^4) \cdot K^4 = 1{,}9\ W + 18{,}8W = \underline{20{,}7W}$, OK!)

Vertikal eller horisontal montering av tråden er uten betydning fordi det spiller en marginal rolle i varmeovergangstallet for tråden, der varmeovergangen i utgangspunktet bare utgjør 10% av den totale varmestrømmen.

Oppgave 3 (30%)



Kula: Masse $m_1 = 100$ g , stanga masse $m_2 = 200$ g og lengden L = 0,50 m. Fri rotasjon uten friksjon om aksen z. Stanga holdes i ro horisontalt og slippes.

a) Når $m_1 = 0$, vil akselerasjonen til kula i første øyeblikk være $a_0 = g$. Med masseløs stang er det bare kula å ta hensyn til , og vinkelakselerasjonen til kula om z i første øyeblikk blir da:

$\alpha_0 = g/L = (9{,}81 m/s^2)/0{,}50m = \underline{\underline{19{,}6\ rad/s^2}}$

b) Vi bruker indeks k, p, 0 og v for hhv. kinetisk og potensiell energi, og posisjonene 0 og v i figuren. Uten friksjon og med $m_1 = 0$ har vi for den mekaniske energien til kula :

$E_{kv} + E_{pv} = E_{k0} + E_{p0}$ der vi velger $E_{pv} = 0$ slik at $E_{kv} = E_{p0} \Rightarrow$

$½m_1v_v^2 = m_1gL \Rightarrow$

$v_v = (2gL)^{½} =(2\cdot 9,81m/s^2\cdot 0,50m)^{½} =$ $\underline{\underline{3,1m/s}}$

Kraften K_v på stanga fra rotasjonsaksen Z må da være lik kraften på kula fra stanga, og Newtons 2. lov gir:

$\Sigma F_v = K_v - G_1 = m_1a_v$

der a_2 er sentripetalakselerasjonen i det nederste punktet:

$a_v = v_v^2/L = 2gL/L = 2g$

Dermed får vi K_v :

$K_v = m_1\cdot g + m_1\cdot 2g = 3\, m_1\cdot g = 3\cdot 0,10kg\cdot 9,8m/s^2 =$ $\underline{\underline{2,94\ N}}$

c) Vi bruker rotasjonsaksen som origo. Indeksene 1 , 2 og S står for hhv. kule og stang og massesenter. Da har vi:

$(m_1 + m_2)x_S = m_1x_1 + m_2x_2$

der $x_2 = L/2$ siden stanga har jevn massefordeling og med $m_2 = 2m_1$ får vi:

$x_S = (m_1x_1 + 2m_1x_2)/(m_1 + 2m_1) = (m_1L+2m_1L/2)/(m_1+2m_1) =$ $\underline{\underline{2L/3 = 33,3\ cm}}$

d) Vi har for treghetsmomentet I_z (indeksene 1 og 2 er som før, z er om Z-aksen):

$I_z = I_{1z} + I_{2z} = (+ m_1x_1^2) + (I_2 + m_2x_1^2) =$

$(I_1 + m_1L^2) + (m_2L^2/12 + m_2(L/2)^2)$

Vi har ingen opplysning om størrelsen til kula, og antar derfor at den er lita i forhold til stanga slik at $I_1 << m_1L^2$. Da får vi:

$I_z = (0 + m_1L^2) + (m_2L^2/12 + m_2(L/2)^2) = (m_1 + m_2/3)\cdot L^2 = 5m_1L^2/3 =$

$5\cdot 0,1kg\cdot (0,50m)^2/3 =$ $\underline{0,0417\ kgm^2} =$ $\underline{\underline{0,042\ kgm^2}}$

e) Farten v_{1v} til kula det den når den nederste stillingen, er gitt ved rotasjons(vinkel)farten ω_v? til systemet i denne posisjonen, $v_{1v} = L\cdot\omega_v$ slik at vi først vil finne $\cdot\omega_v$. Rotasjonsbevegelsesenergien $½I_z\omega_v^2$ i punktet v er lik tapet av potensiell energi, $(m_1 + m_2)g\cdot x_S$, fra posisjon 0 til v:

$½I_z\omega_v^2 = (m_1 + m_2)g\cdot x_S$

der vi fra tidligere har at $(m_1 + m_2)x_S = 3m_1\cdot 2L/3 = 2m_1L$, og at $I_z = 5m_1L^2/3$ og får:

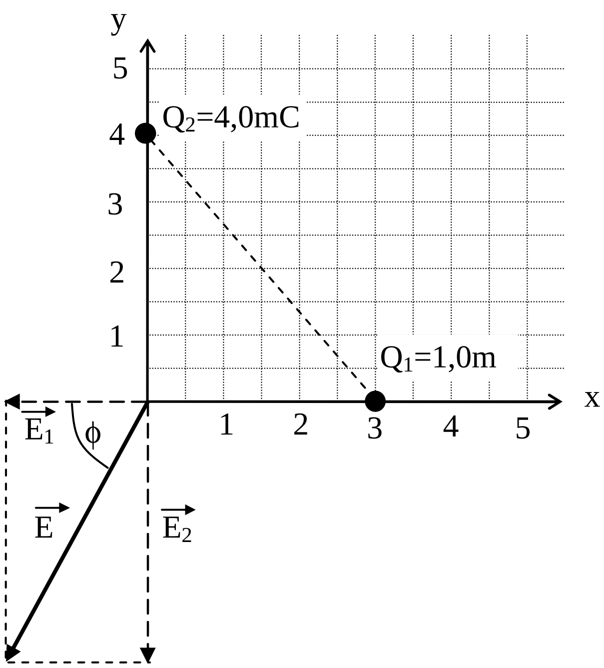
$½\cdot(5m_1L^2/3)\omega_v^2 = 2m_1g\cdot L \Rightarrow \omega_v = (12g/(5L))^{½}$

og dermed for farten til kula:

$v_{1v} = L \cdot \omega_v = (12gL/5)^{½} = (12 \cdot (9{,}8m/s^2) \cdot 0{,}50m/5)^{½} =$ $\underline{\underline{3{,}4\ m/s}}$

Oppgave 4 (27%)

Gitt ladningene Q_1 = 1,0 mC og Q_2 = 4,0 mC plassert i punktet (3, 0) og Q_2 i (0, 4) slik som vist i figuren, med feltbidragene E_1 og E_2 i origo. Begge disse har retning <u>fra</u> de respektive ladningene, som er positive.



a) Vi får da:

$$|E_1| = k_0 \frac{Q_1}{x_1^{\ 2}} = 8{,}99 \cdot 10^9\, Nm^2/C^2 \frac{1{,}0mC}{(3{,}0cm)^2} = \underline{1{,}00 \cdot 10^{10}\, N/C}$$

$$|E_2| = k_0 \frac{Q_2}{y_2^{\ 2}} = 8{,}99 \cdot 10^9\, Nm^2/C^2 \frac{4{,}0mC}{(4{,}0cm)^2} = \underline{2{,}25 \cdot 10^{10}\, N/C}$$

Størrelsen på feltet er da: $E = \sqrt{E_1^{\ 2} + E_1^{\ 2}} = \sqrt{1{,}00^2 + 2{,}25^2} \cdot 10^{10}\, N/C = \underline{\underline{2{,}5 \cdot 10^{10}\, N/C}}$

Retningen er som i figuren, med ϕ = Arctan(E_2/E_1) = Arctan(2,25/1,00) = $\underline{\underline{66\ °}}$

b) For at feltstyrken i et punkt skal kunne bli null, må feltet i punktet fra de to ladningene ha stikk motsatt retningog være like store. Det kan bare inntreffe på den rette linjen mellom dem (stiplet i figuren), og punktet gis her indeks 3, se figuren. Avstanden mellom ladningene kalles d_{12} = 5,0 cm (pytagoras) og da er $d_{12} = d_{13} + d_{23}\ .^2$

Vi må ha: $|E_{13}| = |E_{23}| \Rightarrow k_0Q_1/d_{13}^{\ 2} = k_0Q_2/d_{23}^{\ 2}$ der vi utnytter at $Q_2 = 4Q_1$:

$Q_1/d_{13}^{\ 2} = 4Q_1/d_{23}^{\ 2} \Rightarrow d_{23} = 2\, d_{13} = 2(5cm - d_{23}) \Rightarrow d_{23} = 10cm/3 = \underline{3{,}3\ cm}$

<u>Konklusjon:</u>

<u>Feltstyrken er lik null påden rette linja mellom Q_1 og Q_2, i avstanden 3,3 cm fra Q_2.</u>

c)5% Gitt ei sirkelformet strømsløyfe med diameter d = 20 cm i et homogent magnetfelt med flukstettheten B = 0,64 N/(Am), slik at den magnetiske fluksen Φ gjennom sløyfa er maksimal, lik Φ_0. Når B-feltet ikke står normalt på sløyfa, dvs. danner en vinkel forskjellig fra null med arealvektoren, har vi:

$$\Phi(t) = B \cdot A\cos\phi$$

der ϕ i dette tilfelle starter på 0 og øker med konstant vinkelfart. Da får vi:

$$\underline{\underline{\Phi(t) = B \cdot A\cos\omega t}}$$

der $\Phi_0 = B \cdot A = \pi B d^2/4 = \pi \cdot (0{,}64N/(Am))(0{,}20m)^2/4 = \underline{0{,}0201\ Tm^2}$

d)5% Vi har da for induserte spenningen u(t):

$$u(t) = d\Phi(t)/dt = B \cdot Ad(\cos\omega t)/t = -\omega B \cdot A\sin\omega t \quad \text{der } f = \omega/2\pi = 50 \text{ Hz.}$$

Spenningsamplityden blir da:

$U_0 = \omega B \cdot A = 2\pi f \cdot B \cdot A = 2\pi \cdot 50Hz \cdot 0{,}0201\ Tm^2 = \underline{6{,}3V}$, og

$u(t) = \qquad \underline{\underline{-6{,}3V \cdot \sin(2\pi f\ t)}}$

Løsningsforslaget er slutt.

Løsningsforslag Fysikk 1 (*FO340A)*

vår 2006 eksamen 9. juni, 3timer

Oppgave 1 (20%)

a)12% Av figuren i oppgaven ser vi at i de 2 første sekundene er $\omega(t)$ tegnet som ei rett linje. Det betyr at vinkelakselerasjonen α er konstant her. I starten er derfor:

$\alpha = \omega(2)/2s = (60\ rad/s)/2s = \qquad \underline{\underline{30\ rad/s^2}}$

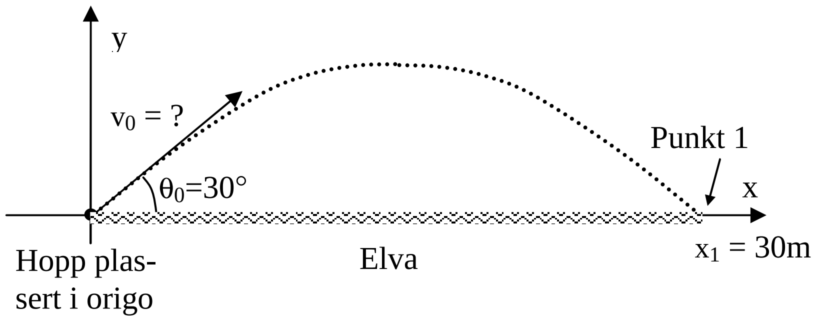
De neste 14 første sekundene er $\omega(t)$ tegnet som ei rett, horisontal linje, dvs. $\underline{\underline{\alpha = 0}}$

og de siste 2 sekundene er den konstant lik $(0 - 60\ rad/s)/2s = \qquad \underline{\underline{-30\ rad/s^2}}$

b)8% Den totale omdreiningsvinkelen er $\theta = \int_0^{18} \omega(t)dt =$ arealet under kurven, og antall omdreininger N motoren gjør i løpet av denne tida er:

$N = \theta/2\pi = ((18s + 14s)\cdot 60\ rad/\ )/2\pi =$ <u>152 omdr.</u>

Oppgave 2 (18%)



a)10% Motorsyklisten må kjøre vinkelrett inn mot elebredden. Figuren viser et koordinatsystem lagt inn på hoppkanten - punkt 0 - , og vi regner med at nedslaget kommer i samme høyde, punkt 1 i figuren, dvs at $y_1 = 0$. Vi ser bort fra luftmotstanden, og regner motorsyklist og sykkel som et punktformet legeme.

X- og y-komponentene er merket med hhv. x og y i indeksen.

Vi skal finne v_0, og kjenner x_1 og y_1, som inngår i disse ligningene:

$$x_1 = v_{0x}\cdot t_1 = v_0\cdot\cos\theta_0\cdot t_1$$

$$y_1 = v_{0y}\cdot t_1 - ½g\cdot t_1^2 = v_0\cdot\sin\theta_0\cdot t_1 - ½g\cdot t_1^2 = 0 \Rightarrow t_1 = 2v_0\cdot\sin\theta_0/g$$

som settes inn i uttrykket for x_1 :

$$x_1 = v_0\cdot\cos\theta_0\cdot 2v_0\cdot\sin\theta_0/g = v_0^2\cdot\sin 2\theta_0/g$$

$$v_0 = (g\cdot x_1/\sin 2\theta_0)^{½} = ((9{,}8m/s^2\ \cdot 30m)/\sin 60^o)^{½} = \underline{66{,}3km/h}$$

<u>Forenklingene tatt i betraktning vil vi angi en minstefart på 70 km/h</u>

b)8% Sentripetalakselerasjonen til satelitten er v^2/r der $r = 6{,}3\cdot 10^6m + 500km = \underline{6{,}8\cdot 10^6\ m}$
Newtons 2.lov gir da:

$$G = m\cdot v^2/r \quad \text{der } G = m\cdot g \Rightarrow g = v^2/r \quad \text{der } g = 8{,}6m/s^2$$

v = omkrets/omløpstid = $2\pi r/T$ som settes inn i utrykket for v over og gir:

$$g = (2\pi r/T)^2/r = 4\pi^2 r/T)^2 \Rightarrow$$

$$T = 2\pi(r/g)^{½} = 2\pi(6{,}8\cdot 10^6m/(8{,}6m/s^2))^{½} = 5{,}59\cdot 10^3\ s =$$ <u>1h 33min</u>

Oppgave 3 (16%)

Metalldelen av en liten loddebolt på 15W er - noe forenklet - en metallsylinder med diameter 1,0 cm og lengde 12cm.

a)8% Vi regner med at loddebolten står vertikalt, og ser bort fra de små endeflatene. Da er overflatearealet:

$A = \pi \cdot 0{,}01\text{m} \cdot 0{,}12\text{m} = \underline{3{,}77 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^2}$

Vi bruker varmeovergangstallet for vertikal flate, og får:

$\Phi = h \cdot A \cdot \Delta T = 1{,}77 \cdot (\Delta T)^{1/4} \cdot A \cdot \Delta T = 1{,}77 \cdot A \cdot (\Delta T)^{5/4} \cdot \ \Rightarrow$

$\Delta T = [\Phi/(1{,}77 \cdot A)]^{4/5} = [15/(1{,}77 \cdot 3{,}77 \cdot 10^{-3})]^{4/5} \cdot \text{K} = \underline{480\ \text{K}} \ \Rightarrow$

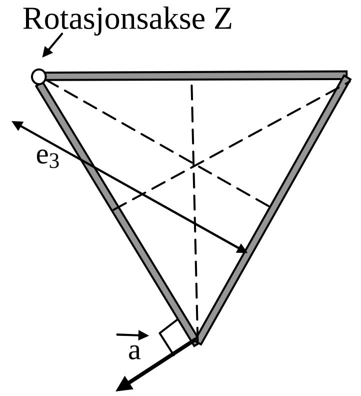
Med en innetemperatur på 20 blir det $\underline{\underline{500^{\circ}\text{C}}}$

b)8% Vi må da legge til strålingen fra et svart legeme:

$\Phi_{\text{Stråling}} = A \cdot \sigma \cdot (T^4 - T_o^4) =$ (der T = 773K og T_o = 293K)

$3{,}77 \cdot 10^{-3}\text{m}^2 \cdot 5{,}67 \cdot 10^{-8}\ \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4) \cdot (773^4 - 293^4) \cdot \text{K}^4 = \underline{75\text{W}}$

Som adderes til varmeovergangen, slik at vi i alt må ha $\underline{\underline{90\ \text{W}}}$



Oppgave 4 (16%)

Gitt en likesidet trekant av tre stenger, hver med masse m = 100g og lengde L = 30 cm, og rotasjonsakse z.

a)8% Hver av stengene har treghetsmoment $I_0 = mL^2/12$ rundt massesenteret. For to av dem er avstanden lik L/2 fra massesenteret til z, mens for den tredje er e_3 = Lcos30º (se fig.) Det felles treghetsmomentet I blir da:

$I = 3(mL^2/12) + 2m(L/2)^2 + m(L\cos 30^{\circ})^2 =$

$3mL^2/2 = 3 \cdot 0{,}1\text{kg} \cdot (0{,}3\text{m})^2/2 = \underline{\underline{0{,}145\text{kgm}^2}}$

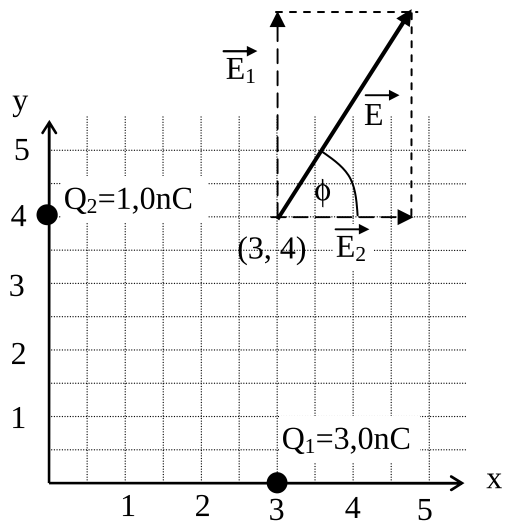
b)8% Avstanden fra vertikalen gjennom massesenteret og til z er L/2, og momentet til tyngden er da 3m·(L/2). Newtons 2. lov ved rotasjon gir da:

$3mg \cdot (L/2) = I \cdot \omega \ \Rightarrow$

$\omega = 3mg \cdot (L/2)/I = 3 \cdot 0{,}1\text{kg} \cdot 9{,}8\text{m/s}^2 \cdot 0{,}15\text{m}/(0{,}145\text{kgm}^2) = 3{,}04\ \text{rad/s}^2 = \underline{\underline{3{,}0\ \text{rad/s}^2}}$

Akselerasjonen til det nederste punktet har <u>retning som vist med pil i figuren</u>, og er:

$a = \omega \cdot L = 3{,}04\ \text{rad/s}^2 \cdot 0{,}30\ \text{m} = \underline{\underline{0{,}91\text{m/s}^2}}$



Oppgave 5 (27%)

a) Vi kaller punktet (3, 4) for punkt 3, og har da:

$$\left|E_1\right| = k_0 \frac{Q_1}{(y_3 - y_1)^2} = 8{,}99 \cdot 10^9\,Nm^2/C^2\,\frac{3{,}0nC}{(0{,}04m)^2} = \underline{17kN/C}$$

$$\left|E_2\right| = k_0 \frac{Q_2}{(x_3 - x_2)^2} = 8{,}99 \cdot 10^9\,Nm^2/C^2\,\frac{1{,}0nC}{(0{,}03m)^2} = \underline{10kN/C}$$

Størrelsen på feltet er da: $E = \sqrt{E_1{}^2 + E_1{}^2} = \sqrt{17^2 + 10^2} \cdot kN/C = \underline{\underline{20kN/C}}$

Retningen er som i figuren, med ϕ = Arctan(E_1/E_2) = Arctan(17/10) = $\underline{\underline{60°}}$

b)12% For å kunne må passere gjennom et rør som er bøyd i en sirkelbue, må protonet gå i en sirkelbane. Det krever et magnetisk felt, som vi derfor starter med. (Fordi den magnetiske kraften hele tida står normalt på partikkelbanen.). Dette magnetiske felt må stå normalt på protonfarten, ellers blir banen spiralformet.

Vi bruker Newtons 2. lov:

F = ma der F = $|e\underline{v} \times \underline{B}|$ = evBsinϕ =evB fordi ϕ må være 90° .

Sentripetalakselerasjonen a = v^2/r , slik at

evB = mv^2/r $\Rightarrow$

B = mv/re = $1{,}66 \cdot 10^{-27}$kg·($1{,}3 \cdot 10^7$ m/s)/($1{,}60 \cdot 10^{-19}$C·1,2m) = $\underline{\underline{0{,}11\text{ T}}}$

Løsningsforslag Fysikk 1 (FO340A)

vår 2006 utsatt eksamen 9. august 2006, 3timer

Oppgave 1 (30%)

L = 1,30 m, v = 40 m/s, - ser bort fra friksjon og luftmotstand!

a) Vi kan bruke bevegelseslikningene for bevegelse med konstant akselerasjon (som da = midlere akselerasjon):

$v^2 - v_0^2 = 2 \cdot a \cdot s$ der v og v_0 er hhv. slutt- og startfart.

Akselerasjonen er a, og da får vi:

a = $v^2/(2\cdot s)$ = $(40\text{ m/s})^2/(2\cdot 1{,}30\text{m})$ = $\underline{\underline{615\text{ m/s}^2}}$

Og tida fra den starter og til den er helt ute av røret finnes vha. s = ½a·t^2 $\Rightarrow$

t = $(2s/a)^{½}$ = $(2\cdot 1{,}30\text{m}/615\text{ m/s}^2)^{½}$ = $\underline{\underline{65\text{ ms}}}$

b) Med retning 60° over horisontalplanet blir den vertikale utgangsfarten

$v_{0y} = v_0\sin 60^o$ og siden nå $v_y = 0$, får vi:

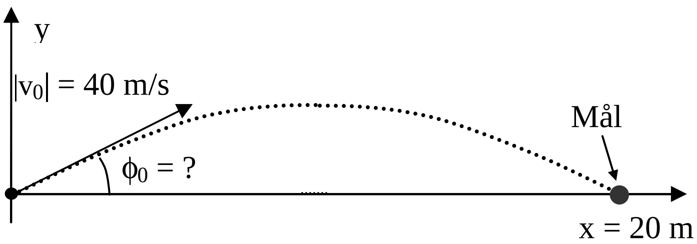
$v_y = v_{0y} - g\cdot t = 0$ $\Rightarrow$ $t = v_{0y}/g$

som settes inn i $y = v_0 \cdot t - ½g \cdot t^2$ og vi får maksimal høyde y over utskytningsstedet:

$$y = v_{0y} \cdot (v_{0y}/g) - ½g \cdot (v_{0y}/g)^2 = ½v_{0y}^2/g = ½(v_0 \sin 60^o)^2/g$$

$$= ½(40 \text{ m/s} \cdot \sin 60^o)^2/9{,}8\text{m/s}^2 = \underline{\underline{46 \text{ m}}}$$

c)10% Situasjonen i oppgaven er vist skjematisk til høyre, og jeg vil angi siktevinkelen som svar .



Ligningene for bevegelsen er:

$v_x = v_{0x} = v_0 \cos\phi_0$ $\quad$ $x = v_{0x} \cdot t = v_0 \cos\phi_0 \cdot t$

$v_y = v_{0y} - g \cdot t = v_0 \sin\phi_0 - g \cdot t$ $\quad$ $y = v_0 \cdot t - ½g \cdot t^2$

I målpunktet er y = 0 og da få vi:

$y = v_{0y} \cdot t/2 - g \cdot t^2 = 0 \Rightarrow$ $t = v_{0y}/g$ som settes inn i uttrykket for x:

$$x = v_{0x} \cdot (v_{0y}/g) = v_0^2 \sin\phi_0 \cdot \cos\phi_0/g = ½v_0^2 \sin(2\phi_0)/g \Rightarrow$$

$$\sin(2\phi_0) = 2gx/v_0^2 \Rightarrow$$

$$\phi_0 = ½\text{Arcsin}(2gx/v_0^2) = ½\text{Arcsin}(2 \cdot 9{,}8\text{m/s}^2 \cdot 20\text{m}/(40\text{m/s})^2) = \underline{\underline{7{,}1^o}}$$

Oppgave 2 (16%)

I en konkret situasjon er det snakk om en kjøleeffekt på P = 60 kW. Vanntemperaturen i røret som går fra motoren og til radiatoren, er $T_h = 90°C$, mens temperaturen på returvannet fra radiatoren og inn i motoren er $T_l = 40°C$. Lufttemperaturen i omgivelsene er 20°C.

a)8% Varmestrøm Φ = 60 kW, den midlere temperaturdifferansen mellom luft og radiator er $\Delta T = 65°C - 20°C = 45$ K, og da har vi:

$$R_\theta = \Delta T/\Phi = 45 \text{ K}/60 \text{ kW} = \underline{\underline{0{,}75\text{mK/W}}}$$

b)8% Den indre termiske energien er $E = m \cdot c \cdot T$ der m, c og T står for hhv. massen til en vannmengde, spesifikk varmekapasitet og temperatur.

I løpet av en tid t er energiregnskapet til radiatoren slik:

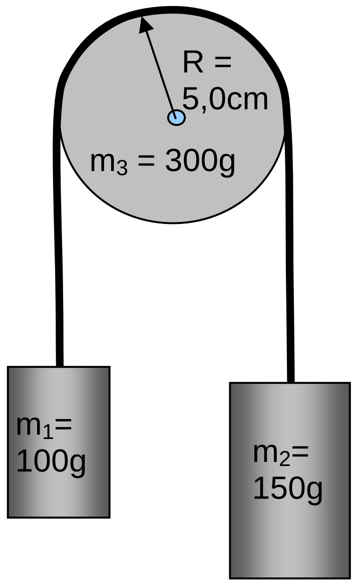
Mottatt fra motoren som varmt vann:	$m \cdot c \cdot T_h$
Avgitt til motoren som avkjølt vann:	$m \cdot c \cdot T_l$
Avgitt til luft:	$P \cdot t$

Disse bidragene må være i likevekt:

$$m \cdot c \cdot T_h = m \cdot c \cdot T_l + P \cdot t \Rightarrow$$

$$\text{Vannstrøm } w = (m/t) = P/(c(T_h - T_l)) = 0{,}285 \text{ kg/s} = \underline{\underline{17 \text{ l/min}}}$$

Oppgave 3 (28%)



a) Akselerasjonen a til loddene er $a = R\cdot\alpha$ der α er vinkelakselerasjonen til trinsa, her regnet positiv med urviserne. Snorstramminga til hhv venstre og høyre kalles for S_1 og S_2 , og N's 2.lov for trinsa gir da:

$$S_2 \cdot R - S_1 \cdot R = I\alpha$$

der $I = ½m_3R^2$, treghetsmomentet for trinsa. Vi setter inn og får:

$$(S_2 - S_1)R = ½m_3R^2\cdot(a/R) \Rightarrow$$

(1) $S_2 - S_1 = ½m_3\cdot a$

For hvert loddene kan vi sette opp N's 2.lov:

(2) $G_2 - S_2 = m_2\cdot a$ der $G_2 = m_2\cdot g$ og

(3) $S_1 - G_1 = m_1\cdot a$ der $G_1 = m_1\cdot g$

der vi regner positiv retning <u>opp</u> til venstre og <u>ned</u> til høyre.

Adderer vil uttrykkene (1) - (3) får vi:

$$m_2\cdot g - m_1\cdot g = m_1\cdot a + m_2\cdot a + ½m_3\cdot a \quad \Rightarrow$$

$$a = (m_2 - m_1)\cdot g /(m_1 + m_2 + ½m_3) =$$

$$(150g-100g)\cdot(9{,}8m/s^2)/ (100g+150g+½\cdot300g) = \quad \underline{\underline{\mathbf{1{,}23\ m/s^2}}}$$

b) Siden trinsa har en vinkelakselerasjon med urviserne, så må kraftmomentet og dermed krafta på høyre side være større enn de tilsvarende på venstre side. Differansen (S_2 - S_1) finner vi av (1) fra pkt. a):

$$S_2 - S_1 = ½m_3\cdot a = ½0{,}300kg\cdot1{,}23m/s^2 = \quad \underline{\underline{\mathbf{0{,}184\ N}}}$$

c) Akselerasjonen a_C for massesenteret til de tre legemene finner vi ved å bruke definisjonen:

$$(m_1 + m_2 + m_3)\, a_C = (m_1a_1 + m_2a_2 + m_3a_3)$$

Her er det translasjon som gjelder, og renger vi ned som positiv retning, er $a_1 = -a$,

$a_2 = a$ mens $a_3 = 0$. Da får vi:

$$(m_1 + m_2 + m_3)\, a_C = (-m_1a + m_2a) \quad \Rightarrow$$

$$a_C = (m_2 - m_1)\cdot a/(m_1 + m_2 + m_3) =$$

$$= (150g-100g)\cdot(1{,}23m/s^2)/ (100g+150g+300g) = \quad \underline{\underline{\mathbf{0{,}112\ m/s^2}}}$$

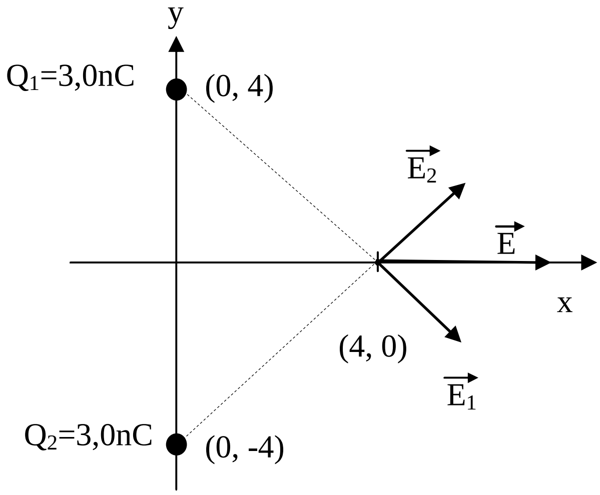
Oppgave 4 (28%)

a)10% To like ladninger Q_1 og Q_2 , begge på 3,0 nC er plassert på y-aksen i et plant koordinatsystem. Q_1 ligger i punktet (0 , 4cm) og Q_2 i (0 , - 4cm).

Størrelse og retning på det elektriske feltet E :

På grunn av symmetrien må y-komponentene til E_1 og E_2 være motsatt rettet, og da ligger E i positiv x-retning.

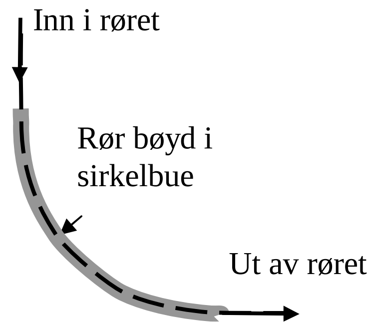
Vi må ogs ha at $|E_1| = |E_2|$ av samme grunn, og ser at



$$E = \sqrt{E_1^{\ 2} + E_2^{\ 2}} = \sqrt{2} \cdot E_1 = \sqrt{2} \cdot k_0 \frac{Q_1}{r_1^{\ 2}} =$$

$$\sqrt{2} \cdot (8{,}99 \cdot 10^9 \, Nm^2 / C^2) \frac{3nC}{(\sqrt{2} \cdot 0{,}04m)^2} = \underline{\underline{11{,}9kN / C}}$$

b)12% En hydrogenkjerne (dvs. et proton) kommer ut fra en partikkelakselerator med farten $v = 1{,}1 \cdot 10^7$ m/s . Den skal deretter passere gjennom et rør som er bøyd i en sirkelbue med radius r = 1,5 m.



Den magnetiske krafta finnes som vektorproduktet $\underline{F} = e\underline{v} \times \underline{B}$

$\underline{F}$ må peke inn mot sentrum i sirkelbanen, og med den oppgitte retningene på v, finner vi vha høyrehåndsregelen at $\underline{B}$ må peke <u>ned</u> i papirplanet.

Vi bruker Newtons 2. lov på protonet:

F = ma   der nå F = evB og $a = v^2/R$ $\Rightarrow$

$evB = mv^2/r$ $\Rightarrow$

$B = mv/re = 1{,}66 \cdot 10^{-27}\text{kg} \cdot (1{,}1 \cdot 10^7 \text{ m/s})/(1{,}60 \cdot 10^{-19}\text{C} \cdot 1{,}5\text{m}) =$ $\underline{\underline{\textbf{76 mT}}}$

c)8% Den kinetiske energien er lik den potensielle når potensialforskjellen er U:

$\frac{1}{2} mv^2 = e \cdot U \Rightarrow$

$U = mv^2/(2e) = 1{,}66 \cdot 10^{-27}\text{kg} \cdot (1{,}1 \cdot 10^7 \text{ m/s})^2 / (2 \cdot 1{,}60 \cdot 10^{-19}\text{C}) =$ $\underline{\underline{\textbf{630 kV}}}$