

## Eksamen Fysikk 2 – Høst 2013 – Løsning del 1

### Del 1

#### Oppgave 1

Oppgave	Svar	Forklaring
a)	<b>B</b>	Impulsloven gir benevnningen direkte; $I = Ft$ .
b)	<b>C</b>	Felt peker radielt <i>ut</i> fra positive ladninger og <i>inn</i> mot negative ladninger. I punktet O vil derfor de positive ladningene nulle hverandre ut, mens den negative ladningen gjør at feltstyrken totalt vil peke oppover. Ved å dekomponere feltstyrken fra de positive ladningene i punktet Q, og deretter trekke fra feltstyrken fra den negative ladningen (noe komplisert regning, dropper det her), ser en at den totale feltstyrken peker nedover. Altså må feltstyrken være null et sted på linjen mellom O og Q.
c)	<b>C</b>	Fra $\gamma Mm/r^2 = mv^2/r$ har vi et uttrykk for banefarten; $v = \sqrt{\gamma M/r}$ . Større avstand gir altså mindre fart. Videre har vi $E_p = -\gamma Mm/r$ , som gir at større radius gir større potensiell energi (husk at mindre negativt vil si mer positivt!).
d)	<b>C</b>	Begge legemene danner et gravitasjonsfelt radielt mot seg selv. Men ettersom gravitasjonsfelt blir svakere med økt avstand, vil feltet fra R være mindre enn feltet fra Q. Dermed vil feltstyrken fra R nulle ut noe av feltstyrken fra Q, men ikke alt. Vi får at feltstyrken er mellom 0 og 1 g.
e)	<b>D</b>	Kraften på den positive ladningen er gitt ved $F = qv \times B$ . Ladningen ligger i ro, følgelig er den magnetiske kraften lik null.
f)	<b>D</b>	Høyrehåndsregelen for strømledere gir at den nederste lederen danner et felt <i>ut av</i> papiret midt mellom lederne, mens den øverste lederen danner et felt <i>inn i</i> papiret. Summen blir null. Videre vil kraften fra den nederste lederen peke oppover mens kraften fra den øverste vil peke nedover (dette følger av $F = Il \times B$ ).
g)	<b>A</b>	Høyrehåndsregelen (fra $F = Il \times B$ ) gir at sløyfen vil bevege seg mot høyre. I f.eks. høyre del av sløyfen vil strømmen gå oppover og feltet inn, slik at kraften peker mot høyre. Tilsvarende peker kraften i venstre del av sløyfen også mot høyre (strømretningen og feltet er begge snudd).
h)	<b>C</b>	Her må vi huske at indusert spenning er den <i>deriverte</i> av fluksendringen. Selve fluksen har maksimalverdi i posisjon 1 (kan tenkes på som en av toppene til en sinusfunksjon). Dermed skifter den deriverte, den induserte spenningen, fortegn i posisjon 1. (I posisjon 2 er det <i>fluksen</i> som skifter fortegn).
i)	<b>D</b>	(Merk at verdien på y-asken er $10^{-4} \text{Wb}$ , og $10^{-3} \text{s}$ langs x-aksen!) Vi skal finne emsen, som altså er den deriverte av fluksen. Den deriverte til en lineær graf (som denne) vil være stigningstallet til grafen. Vi leser av og finner stigningstallet $((3 - 1) \cdot 10^{-4}) / (5 \cdot 10^{-3}) = 40 \text{ mV}$ . Men

		ettersom spolen har 1000 vindinger må vi gange med tusen. Vi får $\varepsilon = 40 \text{ V}$ .
j)	<b>D</b>	Vi har at $U_s/U_p = N_s/N_p$ , hvilket gir $U_s = U_p \cdot \frac{N_s}{N_p} = 30 \cdot \frac{300}{100} \text{ V} = 90 \text{ V}$ .
k)	<b>D</b>	Startfarten er vannrett. Dermed har ikke farten noe å si (med større fart vil kula treffe gulvet lenger vekk fra bordet, men tiden ned blir den samme). Massen har som vanlig ikke noe å si
l)	<b>D</b>	Eneste kraften som virker er tyngden, $G = mg$ . Dermed er summen av (den ene) kreftene like store i A og B. (Teoretisk sett vil det være ørsmå forskjeller da gravitasjonskraften avtar med avstanden til legemet).
m)	<b>D</b>	I horisontalretningen skal kraftsummen være null. Tyngden (nedover) skal altså ha en pil like lang som normalkraftens pil <i>pluss</i> den vertikale komponenten av trekkraften $F$ . Dette stemmer med diagram C og D. Men siden klossen skal få en akselerasjon mot høyre, må trekkraftens vannrette komponent være større enn friksjonen. Vi står da igjen med kraftdiagram D. (Friksjonen virker alltid motsatt av fartsretningen).
n)	<b>A</b>	For at farten skal være konstant, må kraftsummen i fartsretningen være lik null (N1. lov). Ettersom <i>både</i> friksjonskraften og parallellkomponenten av tyngden trekker klossen nedover, må trekkraften være større enn friksjonskraften.
o)	<b>D</b>	Med konstant fart vil sentripetalakselerasjonen peke inn mot sentrum av banen, mens farten vil være tangenter til sirkelbanen.
p)	<b>A</b>	Så lenge det er en normalkraft til stede, har kula kontakt med loopen. (Alternativ B er ikke nødvendigvis feil, men er ikke betingelsen for at kula skal følge loopen).
q)	<b>B</b>	Klossen er påvirket av to krefter; tyngden nedover og normalkraften oppover. Vi får $\Sigma F = G - N = mv^2/r$ (positiv retning nedover). Maksimal fart får vi akkurat når klossen mister kontakten, $N = 0$ . Det gir $mg = mv^2/r \Leftrightarrow v = \sqrt{gr}$ .
r)	<b>D</b>	Bevegelsesmengden til kloss A er dobbelt så stor som bevegelsesmengden til kloss B (på grunn av dobbel masse). Dette stemmer kun med graf A og D. Dessuten skal bevegelsesmengden være bevart (på grunn av at det er et fullstendig elastisk støt). Dette utelukker graf A. Vi står da kun igjen med D.
s)	<b>B</b>	Vipp figuren $90^\circ$ med klokken. Ekvivalensprinsippet gir at akselerasjonen oppover, tilsvarer et like sterkt gravitasjonsfelt nedover. Vi har nå en situasjon med et vannrett kast (mot høyre) der $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Høyden ned til gulvet er 5 m. Da kan vi finne tiden det tar å falle 5 m ned; $s = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 5 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2 \Rightarrow t = 1 \text{ s}$ . I løpet av 1 s beveger kula seg $s = vt = 5 \cdot 1 \text{ m} = 5 \text{ m}$ mot høyre. Kula når altså ikke bort til veggen som er 6 m unna. Den vil treffe gulvet før den når så langt.
t)	<b>B</b>	Vi har $\frac{1}{2}mv^2 = \Sigma W \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = W_1 + W_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = eU_1 + eU_2 \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = e(U_1 + U_2)$ , som løst for $v$ blir $v = \sqrt{2e(U_1 + U_2)/m}$ .

u)	<b>A</b>	Bevegelsesmengden er bevart før og etter støtet. Før støtet har vi bevegelsesmengden $p_{før} = h/\lambda$ . Bølgelengden dobles, slik at $p_{etter} = h/2\lambda = \frac{1}{2}h/\lambda = \frac{1}{2}p_{før} = p/2$ .
v)	<b>D</b>	Ved likevektslinjen er ikke fjæren presset noe sammen, hvilket betyr at den potensielle energien er lik null. I samme punkt har da farten sin maksimalverdi. Altså er T potensiell energi, mens R er farten. Dessuten er den mekaniske energien konstant lik $E = E_p + E_k$ . Vi ser at T og R hele veien summerer til grafen Q.
w)	<b>A</b>	Her må vi bruke Biot-Savarts lov: $B = k_m \frac{I}{r} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot 0,05/0,05 \text{ T} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ T}$ (konstanten finner du i vedlagt tabell). Ettersom Biot-Savart-konstanten i tabellen er oppgitt med kun ett siffer, må vi også gjøre dette i sluttsvaret (det tallet med færrest desimaler setter begrensningen, her konstanten).
x)	<b>A</b>	Samplingsregelen sier at vi må bruke minst dobbelt så høy samplingfrekvens som frekvensen i det analoge signalet. Graf 3 har for få målinger. Graf 2 har <i>akkurat</i> dobbelt så høy samplingfrekvens som det analoge signalet, men vi ser at målingene treffer slik at signalet blir helt flatt. Vi står igjen med A (som etter samplingsregelen fungerer; mer enn to målinger per periode).

## Oppgave 1

### a)

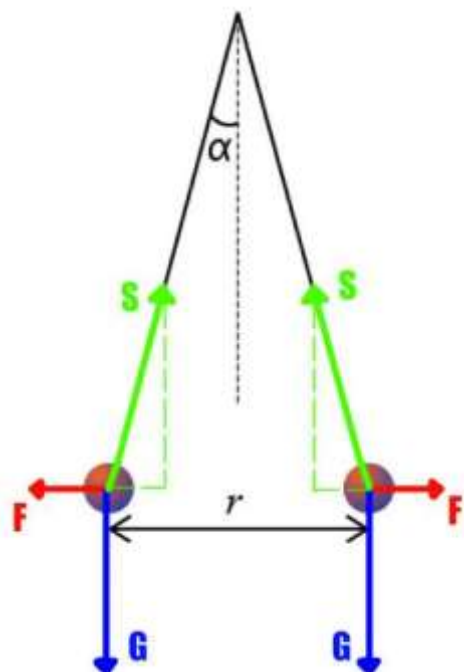
**1)**  $t_0$  er tiden «vi» (som er ved hendelsene i A måler.  $t$  er tiden (mellom hendelsene) som noen andre måler i system B. Observatøren(e) i B vil måle en lenger tid.

**2)**  $t_0$  vil forbli uforandret når  $v \rightarrow c$ . Lorentzfaktoren vil imidlertid gå mot uendelig (nevneren i brøken går mot null), slik at  $t$  (tiden målt i B) går mot uendelig.

### b)

**1)** Kulene er påvirket av tre krefter; Tyngden  $G$  rett nedover, snorkraften  $S$  langs snoren oppover, og den elektriske kraften  $F$  med retning i hver sin retning vekk fra hverandre. Summen av kreftene både horisontalt og vertikalt er null. Se figuren til høyre.

**2)** Summen av kreftene horisontalt og vertikalt skal være null. Det betyr at den elektriske kraften  $F$  er lik horisontalkomponenten,  $S_x$ , av



snordraget/snorkraften  $S$ . Samtidig har vi at  $S_y = G = mg$ . V har altså (i absoluttverdi)  $F = S_x = S_y \cdot \tan \alpha = mg \tan \alpha$ .

**3)** Den elektriske kraften kan også uttrykkes ved  $F = \frac{kq^2}{r^2}$  (generelt ville det stått  $q_1 \cdot q$ , men i oppgaven er  $q_1 = q_2$ ). Ved å sette uttrykkene for  $F$  lik hverandre, kan vi finne et uttrykk for ladningen  $q$ :

$$\frac{kq^2}{r^2} = mg \tan \alpha \Leftrightarrow kq^2 = mgr^2 \tan \alpha \Leftrightarrow q = \sqrt{\frac{mgr^2 \tan \alpha}{k}} = r \sqrt{\frac{mg \tan \alpha}{k}}$$

**c)**

**1)** Det går strøm i ringen så lenge fluksen endrer seg. Fluks er et produkt av magnetfelt og areal. Når magneten beveger seg i forhold til ringen, vil styrken til magnetfeltet variere (feltet rundt ringen er sterkere når magnet er nær ringen). Det blir induisert en elektrisk strøm i ringen.

Strømretningen bestemmes ut fra Lenz' regel. Når magneten beveger seg inn i spolen, ønsker ringen å motvirke dette ved å sette opp en nordpol på oversiden av ringen. Strømretningen blir mot klokka (sett ovenfra) (legg fingrene rundt ringen slik at de peker med strømmen, da er tommelen nørpolen). Tilsvarende ønsker ringen å motvirke det som skjer når magneten er på vei ut av ringen; I et tappert forsøk på å holde magneten igjen, danner ringen en nordpol nederst. Da blir strømretningen med klokka (sett ovenfra).

**2)** Etter Lenz' regel prøvde ringen å holde igjen magneten. Vi kan si det virket en magnetisk kraft som bremset fallet. Nå, uten ringen, kan den i stedet falle fritt.