FYSIKK-KONKURRANSE 2002 – 2003
Andre runde: 6/2 – 2003

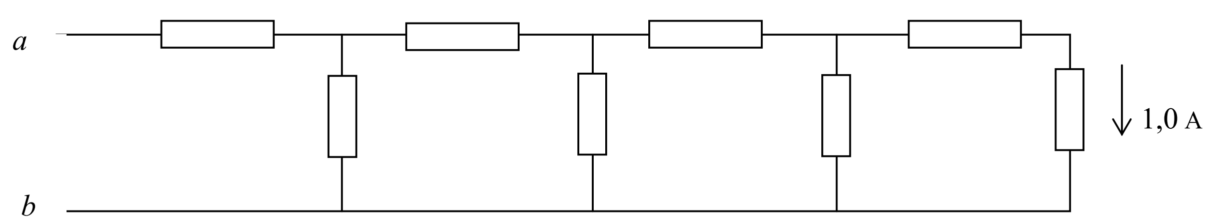
Skriv øverst:
Navn, fødselsdato, hjemmeadresse og eventuell e-postadresse, skolens navn og adresse.
***Varighet**:*
3 klokketimer
Hjelpemidler:
Tabell med formelsamling, lommeregner

***Prøven består av 2 sider. Det er 8 oppgaver**.*

Oppgave 1
En bil kjører med konstant akselerasjon en rett strekning i tiden 1,0 s. Bilen starter fra ro. Hvor lang tid bruker bilen på å kjøre en like lang strekning dersom akselerasjonen fortsetter å være den samme?

Oppgave 2
Tim Montgomery har verdensrekorden på 100 m på 9,78 s. Vi antar at han løp med konstant akselerasjon de første 4,0 sekundene, og deretter med konstant fart inn til mål. Finn den konstante farten.

Oppgave 3
Vi har koblet 8 identiske motstander som vist på figuren. Resistansen for hver motstand er 1,0 Ω. Anta at det går en strøm på 1,0 A gjennom den siste motstanden.
Beregn spenningen mellom punktene *a* og *b*.



Oppgave 4
I en syklotron kan ladde partikler akselereres slik at de får svært høye hastigheter. Syklotronen består av to halvsirkelformede, lufttomme beholdere som ligger inntil hverandre. Normalt på de to beholderne er det et kraftig magnetfelt. Hver gang den ladde partikkelen passerer gapet mellom de to halvsirkelformede beholderne, settes det på en spenning mellom dem slik at partikkelen akselereres.

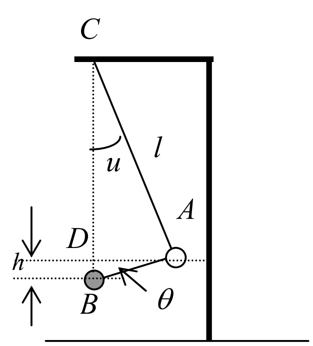
I en syklotron er den magnetiske flukstettheten 0,30 T, og den maksimale energien til et proton er $2{,}5 \cdot 10^{-13}$ J. Hva er diameteren til syklotronen?

Oppgave 5
En rektangulær ledersløyfe med resistansen R og massen m består av to langsider med lengden l og to kortsider med lengden b. Den faller fra ro slik at langsidene hele tiden er vertikale. Den nederste kortsiden er i et horisontalt magnetfelt med flukstettheten B. Før den øverste kortsiden kommer inn i magnetfeltet, har ledersløyfen fått en konstant fart. Finn et uttrykk for denne farten.

Oppgave 6
Vi sender lys fra en kilde vinkelrett inn mot et gitter med 300 linjer per mm. På en skjerm på den andre siden av gitteret observerer vi en rød linje og en blå linje på praktisk talt samme sted. Retningen er $24{,}5^{\circ}$ fra det sentrale lysmaksimum. Det røde lyset har bølgelengden 690 nm, og det blå 460 nm.

Vil vi kunne observere dette også i andre retninger? Begrunn svaret.

Oppgave 7



En liten positivt ladd kule A med massen m henger i en ikke ledende, masseløs snor. En annen positivt ladd kule er plassert i B. Avstanden BC = AC. Systemet er i ro slik figuren viser.
Vi setter $\angle ACB = u$ og $\angle BAD = \theta$,

Vis at snordraget på kule A er $S = mg$

Oppgave 8
En kloss blir gitt et dytt oppover et skråplan. Klossen sklir oppover og kommer så nedover igjen. Tiden klossen sklir oppover skråplanet er t_{opp}, og tiden nedover tilbake til startstedet på skråplanet er t_{ned}. Ved en bestemt vinkel på skråplanet i forhold til horisontalen, viser det seg at forholdet $t_{opp} / t_{ned} = \mu$ (friksjonskoeffisienten). Finn denne vinkelen når $\mu = 0{,}50$.

FYSIKK-KONKURRANSE 2002 – 2003
Andre runde: 6/2 – 2003

Løsningsforslag

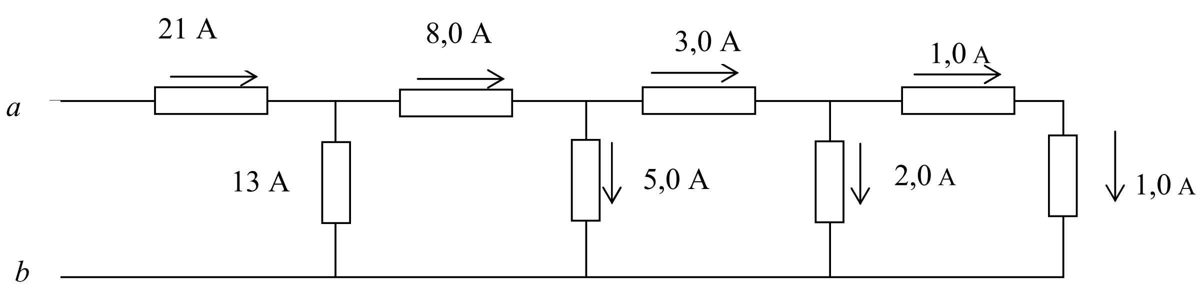
Oppgave 1

$s = \frac{1}{2}at_1^2$ og $2s = \frac{1}{2}at_2^2$ som gir når t_1 = 1,0 s: $t = t_2 - t_1 = \sqrt{2} - 1$

Oppgave 2

Strekningen (100 m): 100 = 0,5 · 4,0 · v + 5,78 · v som gir v = 12,9 m/s

Oppgave 3



Spenningen over grenene i en parallellkobling er lik. Siden alle motstandene har en resistans på $1,0\Omega$ finner en strømmene gjennom de ulike motstandene som vist over. (Fibonaccis rekke)
Dette gir spenningen over ab:
$V_{ab} = (21+13) \cdot 1.0\,\text{V} = 34\,\text{V}$

Oppgave 4

$qvB = m\dfrac{v^2}{r}$ og $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \dfrac{q^2B^2r^2}{2m}$

Innsatt verdier gir det r = 0,60 m, og D = 1,2 m

Oppgave 5

$IbB = mg$ og $vbB = RI$

som gir: $v = \dfrac{RI}{bB} = \dfrac{Rmg}{b^2B^2}$

Oppgave 6

$n\lambda = d\sin\theta_n$

Stripene faller sammen når $n_B\lambda_B = n_R\lambda_R \Rightarrow \dfrac{n_B}{n_R} = \dfrac{\lambda_R}{\lambda_B} = \dfrac{690}{460} = \dfrac{3}{2}$

n helt tall, vi har derfor følgende andre muligheter: $\dfrac{n_B}{n_R} = \dfrac{6}{4} = \dfrac{9}{6} = \cdots$

Men følgende krav må og være oppfylt: $n\lambda = d\sin\theta_n \leq d\sin 90^\circ = \dfrac{10^{-3}}{300} = 3333\,\text{nm}$.

Da kan vi bare få en mulighet til, $n_B = 6$ og $n_R = 4$.

$6 \cdot 460\,\text{nm} = 2760\,\text{nm} < 3333\,\text{nm}$, $9 \cdot 460\,\text{nm} = 4140\,\text{nm} > 3333\,\text{nm}$

Det gir retningen: $\theta_6 = \sin^{-1}\dfrac{6 \cdot 460}{3333} = 55{,}9^\circ$.

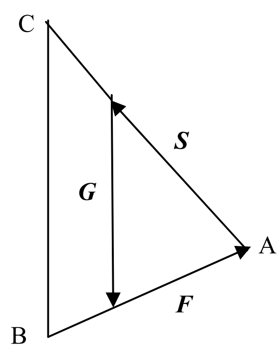
Oppgave 7

Summen av kreftene er null.

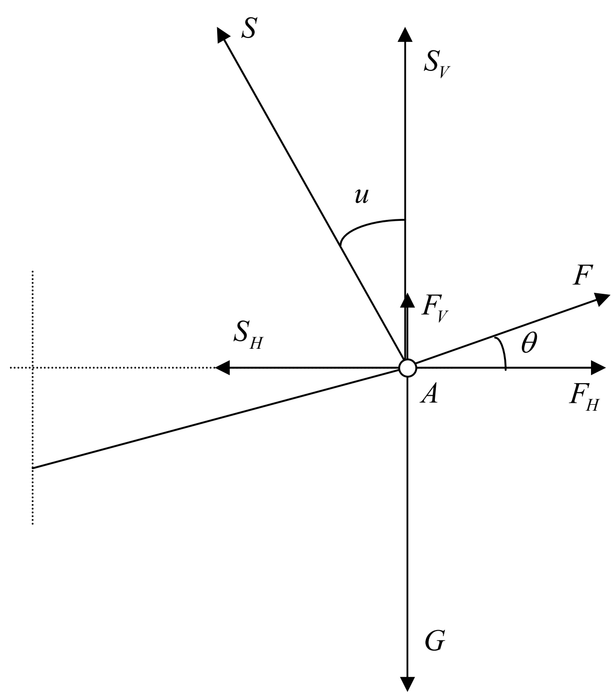
$\boldsymbol{G} + \boldsymbol{F} + \boldsymbol{S} = \boldsymbol{0}$

G er parallell med BC, ***S*** med AC og ***F*** (elektrisk kraft) er parallell med AB.

Dermed blir “krafttrekanten” ensformet med ABC som er likebeinet.
Vi ser at $\boldsymbol{G} = \boldsymbol{S} = m\boldsymbol{g}$



Alternativ løsning:



ΔABC er likebenet $\Rightarrow \theta + v = 90^\circ \wedge u + 2v = 180^\circ \Rightarrow \theta = \dfrac{u}{2}$ (se fig. i oppgaven)

Videre får vi:

$$F_V + S_V = G \Rightarrow F\sin\theta + S\cos 2\theta = mg$$

$$F_H = S_H \Rightarrow$$
$$F\cos\theta = S\sin 2\theta = 2S\sin\theta \cdot \cos\theta$$
$$S = \frac{F}{2\sin\theta}$$

$$F\sin\theta + \frac{F}{2\sin\theta}\cos 2\theta = mg$$

$$F\,\frac{2\sin^2\theta + 1 - 2\sin^2\theta}{2\sin\theta} = mg$$

$$F = 2mg\sin\theta$$

Da er $S = mg$

Oppgave 8

Oppover skråplanet:

$$a_{opp} = -g(\sin\theta + \mu\cos\theta) \quad \text{og} \quad t_{opp} = -\frac{v_0}{a_{opp}} = \frac{v_0}{g(\sin\theta + \mu\cos\theta)}$$

Tilsvarende nedover skråplanet:

$$a_{ned} = g(\sin\theta - \mu\cos\theta) \quad \text{og} \quad t_{ned} = \frac{v}{a_{ned}} = \frac{v}{g(\sin\theta - \mu\cos\theta)}$$

Her skal vi ha: $\dfrac{t_{opp}}{t_{ned}} = \mu$

Dessuten er: $v_0 = \sqrt{2a_{opp}x}$ og $v = \sqrt{2a_{ned}}\,x$

Da blir: $\mu = \dfrac{\sqrt{(\sin\theta + \mu\cos\theta)} \cdot (\sin\theta - \mu\cos\theta)}{\sqrt{(\sin\theta - \mu\cos\theta)} \cdot (\sin\theta + \mu\cos\theta)}$

Og $\mu = \sqrt{\dfrac{\sin\theta - \mu\cos\theta}{\sin\theta + \mu\cos\theta}} = \sqrt{\dfrac{\tan\theta - \mu}{\tan\theta + \mu}}$

$\tan\theta = \dfrac{\mu(1+\mu^2)}{1-\mu^2}$ som gir $\theta = 40^0$