



Fysikkolympiaden – Norsk finale 2011

3. uttakingsrunde

Fredag 1. april kl 09.00 til 11.00

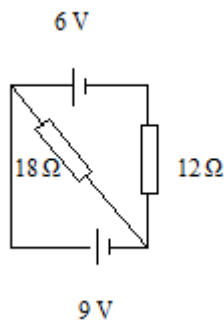
Hjelpemidler: Tabell/formelsamling, lommeregner og utdelt formelark

Oppgavesettet består av 6 oppgaver på 3 sider

Lykke til!

Oppgave 1

Figuren viser en krets med to batterier uten indre resistans og to motstander.

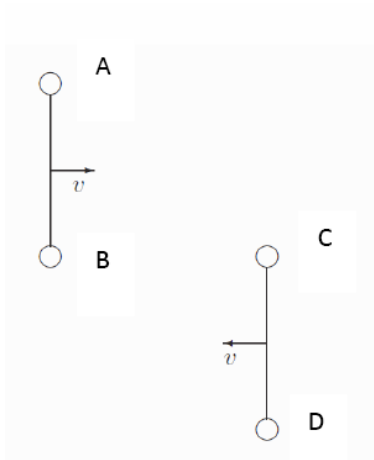


Finn strømmen gjennom 9 V batteriet.

Oppgave 2

Et nøytron i ro henfaller til et proton og et elektron. Frigjort energi gir protonet og elektronet kinetisk energi. Massen til protonet er 1836 ganger massen til elektronet. Hvor stor andel av den frigjorte energien går til kinetisk energi til protonet?

Oppgave 3



Vi har fire kuler (A, B, C og D) med massen m som er festet sammen to og to med masseløse staver med lengden l . De to legemene beveger seg mot hverandre på en horisontal flate, hastigheten til begge massesentrene er v og det er ingen friksjon. I utgangspunktet roterer heller ikke legemene. De beveger seg slik at på et tidspunkt vil to av kulene (B og C) kollideres. Vi regner kollisjonen som fullstendig elastisk.

- Hva er hastigheten til hver av kulene rett etter støtet?
- Beskriv den videre bevegelsen til legemene.

Oppgave 4

En énatomig idealgass utvider seg sakte inntil volumet er blitt dobbelt så stort. I prosessen gjør gassen et arbeid på 300 J på omgivelsene.

Finn endringen i indre energi hvis prosessen er a) isoterm, b) adiabatisk, c) isobar.

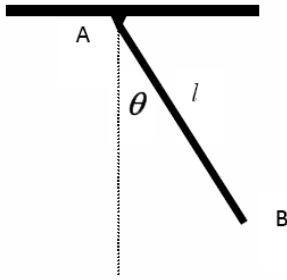
(Du kan få bruk for at $C_p = \frac{5}{2} R$)

Oppgave 5

En L - R - C krets består av en spenningskilde på 120 V med frekvensen 8,0 Hz, en motstand med resistansen 400 Ω , en spole med induktansen 9,0 H og en kondensator med kapasitansen C .

Bestem kapasitansen når strømmen i kretsen har sin maksimale verdi, og finn spenningen over spolen i dette tilfellet.

Oppgave 5



En tynn homogen stang AB med massen m og lengden l , er opphengt i A som vist på figuren. θ er vinkelen mellom stanga og vertikalen. Vi ser bort fra friksjon. Tyngdens akselerasjon er g . Treghetsmomentet om dreieaksen i A er $I = \frac{1}{3}ml^2$. Bevegelsen starter med at stanga slippes fra ro i horisontal stilling.

- Finn vinkelakselerasjonen som funksjon av vinkelen θ .
- Finn vinkelhastigheten som funksjon av θ .
- Finn kraften som virker på stanga i opphengningspunktet (A) når stanga passerer laveste stilling (dvs. når den er vertikal).

Finaleoppgaver 2011 - Løsninger

Oppgave 1

Strømmen gjennom 12Ω : $9 \text{ V} - 6 \text{ V} = 12I_1$, altså $I_1 = 0,25 \text{ A}$

Strømmen gjennom 18Ω : $9 \text{ V} = 18I_2$, altså $I_2 = 0,5 \text{ A}$

Strømmen gjennom 9 V batteriet: $I = 0,75 \text{ A}$

Oppgave 2

Bevaring av bevegelsesmengde: $m_p v_p = m_e v_e$

Total kinetisk energi: $E_{tot} = \frac{1}{2} m_e v_e^2 + \frac{1}{2} m_p v_p^2 = \frac{1}{2} m_p v_p^2 \left(1 + \frac{m_p}{m_e}\right)$

Dermed blir

$$\frac{E_p}{E_{tot}} = \frac{1}{1+1836} = 5,4 \cdot 10^{-4} = 0,054\%$$

Kommentar: Vi hadde tenkt at denne oppgaven skulle regnes klassisk slik som vist over. Men som noen av finale deltakerne helt riktig bemerket, får elektronet større fart enn lyset hvis vi regner klassisk. Relativistisk regning gir at protonet får 0,096 % av den kinetiske energien, altså nesten dobbelt så mye som den klassiske regningen gir, og da får også elektronet mindre fart enn lyset!

Oppgave 3

De to midterste kulene (B og C) støter mot hverandre og støtet er elastisk. Vi antar at selve støtprosessen er så rask at de andre kulene ikke rekker å bevege seg noe på denne tiden. Da vil B få farten v mot venstre og C farten v mot høyre. A fortsetter mot høyre og D fortsetter mot venstre med farten v .

Etter en halv omdreining vil A og D ha rotert inn mot midten og støte sammen. Dette støtet er akkurat som det første, og kulene får samme fart, men i motsatt retning etter støtet. Ser vi nå på det øverste legemet har begge kulene (A og B) farten v mot høyre, og det stopper derfor å rotere, og massesenteret beveger seg med hastigheten v mot høyre. Tilsvarende vil det nederste legeme (C og D) bevege seg mot venstre uten rotasjon. Bevegelsen er altså akkurat lik den som var før de støtte sammen første gangen.

Oppgave 4

- $T = \text{konstant}$, altså er $\Delta U = 0$
- $Q = 0$, altså er $\Delta U = -300 \text{ J}$
- Ved konstant trykk er:

$$Q = nC_p \Delta T = n \frac{5}{2} R \cdot \Delta T$$

Dessuten er $W = p\Delta V = nR \cdot \Delta T = 300 \text{ J} \Rightarrow nR = \frac{300 \text{ J}}{\Delta T}$

Da blir $Q = \frac{5}{2} \cdot \frac{300 \text{ J}}{\Delta T} \cdot \Delta T = 750 \text{ J}$ og $\Delta U = 450 \text{ J}$

Oppgave 5

Maks strøm får vi ved resonans.

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 L} = 44 \mu\text{F} \quad (2\pi f = \omega)$$

Ved resonans er $Z = R$.

Da er

$$I_{\text{maks}} = \frac{U}{R} = 0,30 \text{ A} \quad \text{og} \quad U_L = I\omega L = 136 \text{ V}$$

Oppgave 6

a) Spinningsatsen anvendes omkring opphengningspunktet (dreieaksen) A.

$$\tau = I\alpha$$

hvor I er treghetsmomentet om aksene A, og α er vinkelakselerasjonen. Kraftmomentet τ om dette punktet finner vi ut fra geometrien. Da følger:

$$\alpha = \frac{\tau}{I} = \frac{mg \frac{l}{2} \sin \theta}{\frac{1}{3} ml^2} = \frac{3g \sin \theta}{2l}$$

b) Vi bruker nå energibevaring, og potensiell energi går over til kinetisk energi i form av rotasjonsenergi:

$$mg \frac{l}{2} \cos \theta = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{3} ml^2 \right) \omega^2$$

Og dermed er:

$$\omega = \sqrt{\frac{3g \cos \theta}{l}}$$

c) I laveste stilling vil vinkelakselerasjonen være lik null. Når vinkelakselerasjonen er null, er det ikke noe kraftmoment som virker omkring massesenteret, og kraften fra opphengningspunktet på stanga må være vertikal. Kraften langs stanga tilsvarer den vi har for en partikkel med masse m i enden av en snor med lengde $l/2$ som roterer i en sirkelbevegelse. Kraften F som virker fra stanga i opphengningspunktet blir da:

$$F = m\omega^2 \frac{l}{2} + mg = m \frac{3g \cos \theta}{l} \frac{l}{2} + mg = \frac{5mg}{2}$$

