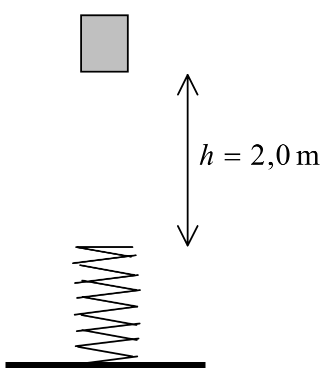
FYSIKK-KONKURRANSE 2001 – 2002
Andre runde: 7/2 – 2002

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

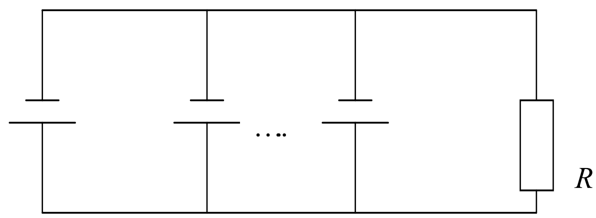
Prøven består av 8 oppgaver*.*

Oppgave 1
Finn den kinetiske energien til et proton som går i sirkelbane med radien 0,50 m i et homogent magnetfelt med flukstettheten 0,35 T.

Oppgave 2
En kloss med massen 10,2 kg blir holdt 2,0 m over en fjær med fjærstivheten k = 600 N/m Vi slipper klossen, den treffer fjæren og presser den sammen.
Hva er den maksimale sammenpressingen av fjæren?
(Energien i en sammenpresset fjær er $E = \frac{1}{2} kx^2$ der k er fjærstivheten)



Oppgave 3



Figuren viser en krets med n batterier koplet i parallell (bare tre er tegnet inn på figuren).

Hvert batteri har ems ε og indre resistans r.
Finn et uttrykk for strømmen gjennom motstanden R.

Oppgave 4

To like store baller med massene m og $2m$ slippes i luft fra stor høyde. Luftmotstanden er avhengig av farten.
Finn forholdet mellom fartene til de to ballene når de treffer bakken. Gjør rede for de forutsetningene du har gjort.

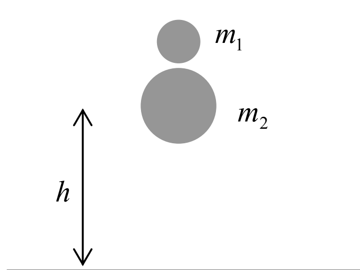
Oppgave 5

Pluto med massen M og dens måne Charon med massen m roterer i sirkelbaner om et felles punkt med omløpstiden T. Avstanden mellom dem er d. Vis at omløpstiden er gitt ved:

$$T^2 = \frac{4\pi^2 d^3}{\gamma(M+m)}$$

Oppgave 6

Vi har to baller med massen m_1 og m_2. Ballen med masse m_1 ligger oppå den andre. Se figuren. Vi slipper ballene mot et horisontalt, hardt underlag. Se bort fra luftmotstand. Vi regner at alle støtene er elastiske.



a) Hva må forholdet m_1/m_2 være for at for at den øverste ballen skal få størst mulig kinetisk energi etter støtet?

b) Hvor høyt går ballen i dette tilfelle?

Oppgave 7
Vi har en svart boks med to terminaler på hver side. Inne i boksen er det to identiske motstander. Dersom vi kobler en spenningskilde med konstant polspenning $9{,}0\,\mathrm{V}$ til terminalene I vil et voltmeter koblet til II vise $4{,}5\,\mathrm{V}$. Kobler du spenningskilden til terminalene II viser voltmeteret koblet til I $9{,}0\,\mathrm{V}$.
Hvordan kan motstandene være koblet inne i boksen?

Oppgave 8
Tre frie ladninger holder hverandre i likevekt. Mellom to av ladningene er avstanden *d*, og de har ladninger på henholdsvis $+Q$ og $+2Q$.
Finn størrelse og posisjon for den tredje ladningen.

FYSIKKONKURRANSE 2001 – 2002
Andre runde: 7/2 – 2002

***Varighet**: 3 klokketimer*
***Hjelpemidler:** Tabell med formelsamling, lommeregner*

***Prøven består av 8 oppgaver**.*

Løsning og poengsetting

Oppgave 1
Den kinetiske energien til protonet finner vi av:

$$qvB = m\frac{v^2}{r} \quad \text{og} \quad E_k = \tfrac{1}{2}mv^2$$

Da blir $E_k = \dfrac{q^2B^2r^2}{2m} = \underline{2{,}3 \cdot 10^{-13}\ \mathrm{J}}$

2 poeng

Oppgave 2
Energibevaring gir:

$mg(h + x) = \tfrac{1}{2}kx^2$ som gir $\underline{x = 1{,}0\ \mathrm{m}}$

2 poeng

Oppgave 3

Strømmen gjennom motstanden *R* når vi har *n* batterier koplet i parallell er gitt av:

$$I = I_1 + I_2 + \cdots\cdots + I_n$$

Dessuten er :

$$\varepsilon = I_1 r + IR$$
$$\varepsilon = I_2 r + IR$$
.
.
.
$$\varepsilon = I_n r + IR$$

som til sammen gir: $n\varepsilon = \left(I_1 + I_2 + \cdots I_n\right) \cdot r + nIR \;\Rightarrow\; \underline{I = \frac{n\varepsilon}{r + nR}}$

3 poeng

Oppgave 4
Vi antar at luftmotstanden er proporsjonal med farten i kvadrat og ser bort fra den tiden ballene akselererer.

For ball 1 med massen *m* får vi:

$$mg - kv_1^2 = 0$$

og for ball 2:

$$2mg - kv_2^2 = 0$$

Forholdet mellom fartene når ballene treffer bakken blir da:

$$\underline{\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{2}}$$

3 poeng

Oppgave 5

Pluto og Charon roterer med samme omløpstid om et felles massemiddelpunkt.
For henholdsvis Charon og Pluto får vi da:

$$\gamma \frac{mM}{d^2} = m \frac{4\pi^2 r_1^2}{T^2 r_1}$$

$$\gamma \frac{mM}{d^2} = M \frac{4\pi^2 r_2^2}{T^2 r_2} \quad \text{dessuten er } r_1 + r_2 = d$$

Da blir:

$$\gamma \frac{M}{d^2} + \gamma \frac{m}{d^2} = \frac{4\pi^2}{T^2}(r_1 + r_2) \Rightarrow \underline{T^2 = \frac{4\pi^2 \cdot d^2}{\gamma(m+M)}}$$

<u>3 poeng</u>

Oppgave 6

a) Begge ballene får farten $v = \sqrt{2gh}$ etter å ha falt fritt en høyde *h*.
Ball 2 treffer underlaget først og kolliderer så med ball 1. Ball 1 mottar maksimal kinetisk energi dersom ball 2 ligger i ro etter støtet. Ball 2 har farten $-v$ og ball 1 farten v før støtet og henholdsvis 0 og u etter støtet.
Bevaring av bevegelsesmengde og kinetisk energi gir:

$$(m_2 - m_1)v = m_1 u$$

$$\tfrac{1}{2} m_1 v^2 + \tfrac{1}{2} m_2 v^2 = \tfrac{1}{2} m_1 u^2$$

Da får vi:

$$(m_2 - m_1) \cdot v = m_1 u \qquad \text{og} \qquad (m_1 + m_2) \cdot v^2 = m_1 u^2$$

Herav :

$$(m_1 - m_2)^2 = m_1(m_1 + m_2)$$

Dette gir $\underline{\dfrac{m_1}{m_2} = \dfrac{1}{3}}$

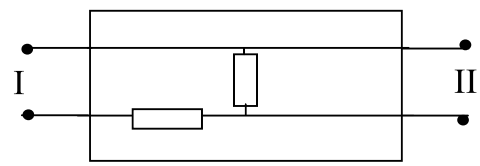
<u>4 poeng</u>

b) Ball 1 vil etter støtet nå en høyde som er:

$$u = 2v \Rightarrow \underline{h' = 4h}$$

<u>1 poeng</u>

Oppgave 7
De to like motstandene inne i boksen kan være koplet slik:



4 poeng

Oppgave 8

Den tredje ladningen må ligge på linjen mellom Q og 2Q, og den må være negativ.

Da får vi:

$$k\frac{Q\cdot q}{(xd)^2}+k\frac{Q\cdot 2Q}{d^2}=0 \qquad \text{og} \qquad k\frac{2Q\cdot q}{d^2(1-x)^2}+k\frac{2Q\cdot Q}{d^2}=0$$

Av dette får vi:

$$\frac{q}{Q}=-2x^2 \qquad \text{og} \qquad \frac{q}{Q}=-(1-x)^2 \quad \text{som gir:}$$

$\underline{x=0{,}41}$ og $\underline{q=-0{,}34Q}$

5 poeng