Norsk Fysikklærerforening
Norsk Fysisk Selskaps faggruppe for undervisning

FYSIKK-KONKURRANSE 2000 – 2001
Andre runde: 8/2 – 2001

Skriv øverst: *Navn, fødselsdato, hjemmeadresse og ev. telefonnummer, skolens navn og adresse.*
Varighet*:* *3 klokketimer*
Hjelpemidler: *Tabell med formelsamling, lommeregner*

Prøven består av 7 oppgaver*.*

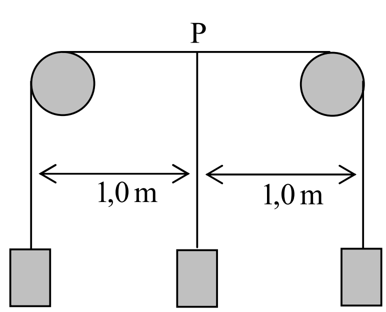
Oppgave 1

Røntgenstråling frigjør elektroner fra en gullfolie. De frigjorte elektronenes bevegelse i et magnetfelt studeres, og man finner at de går i sirkulære baner med $r \cdot B = 1{,}88 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{Tm}$.
Beregn fotoelektronets kinetiske energi.

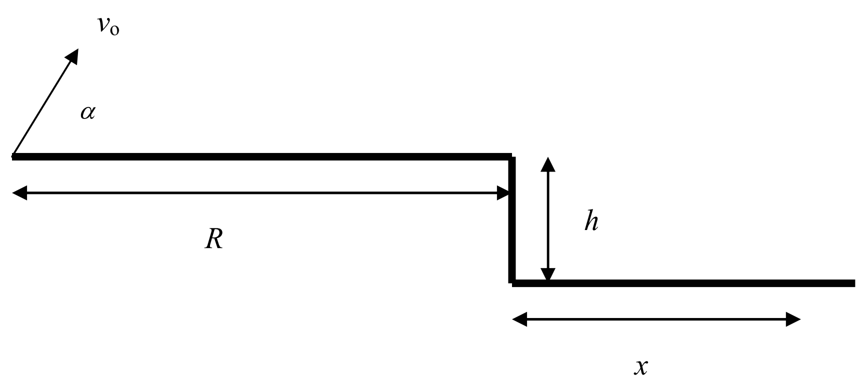
Oppgave 2

En lett, sterk snor løper over to trinser. I hver ende av snoren henger et lodd. I P, midt mellom trinsene, er en annen snor festet til den første snoren, også i den siste snoren henger det et lodd. Se figur. Snorene og trinsene har svært liten masse og trinsene roterer friksjonsfritt om faste horisontale akser. Trinsenes radius er liten i forhold til avstanden mellom trinsene. Alle loddene har massen 3,0 kg.

Systemet holdes fast ved P og slippes.
Hvor langt ned beveger det midterste loddet seg før det snur og går oppover?



Oppgave 3
Vi skyter ut et prosjektil med startfart v_0, retningen danner vinkelen α med horisontalen. Se figuren. I horisontal avstand fra utskytingspunktet i avstand $R = 100\,\text{m}$ er det en klippekant. Klippen har høyde h og nedenfor kanten er det en horisontal slette. Prosjektilet lander på sletten i avstand x fra klippekanten. Anta at v_0 kan varieres fra null til maksimalverdien $v_{\text{maks}} = 50\,\text{m/s}$ og at α kan varieres kontinuerlig.
Hva må utskytingsfarten v_0 og vinkelen α velges hvis du ønsker å gjøre x så liten som mulig? Bare ett sammenstøt med underlaget er tillatt.



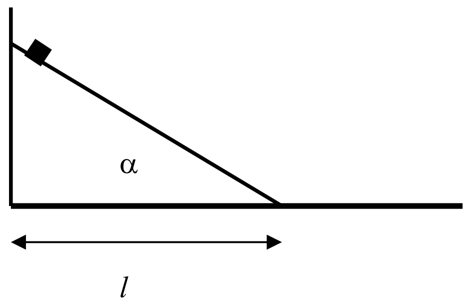
Oppgave 4
Når en bil kjører, er den påvirket av to motstandskrefter: luftmotstanden og rullemotstanden.

- Luftmotstanden L er avhengig av farten v og kan skrives
$$L = k \cdot v^2$$
Faktoren k er blant annet bestemt av formen på bilen og tettheten i luften.
- Rullemotstanden R er avhengig av normalkraften N og kan skrives
$$R = r \cdot N$$
Faktoren r er blant annet bestemt av bildekkene og veidekket, men den er uavhengig av massen og farten til bilen.

Vi tar først for oss en bil som kjører på en vannrett vei. Bilen med fører har massen 980 kg. Luftmotstandsfaktoren er $k = 0{,}48\ \text{Ns}^2/\text{m}^2$, og rullemotstandstallet er $r = 0{,}021$. Den maksimale motoreffekten (til framdrift) er $P_{\text{maks}} = 66$ kW. Hva blir bilens maksimalfart?

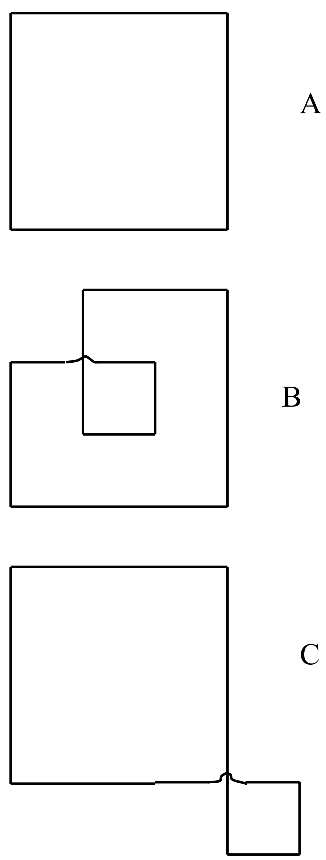
På en vannrett vei kan en personbil og en tung lastebil som begge kjører med maksimal motoreffekt, godt komme opp i samme maksimalfart. (Akkurat i dette spørsmålet ”glemmer” vi fartsgrenser et øyeblikk. Ikke gjør det til en vane!) I en bratt bakke, derimot, får lastebilen langt lavere maksimalfart enn personbilen. Hva kan forklaringen være?

Oppgave 5



Figuren viser en kloss som kan gli nedover et skråplan. Hva må vinkel α være for at klossen skal bruke minst tid ned skråplanet? Avstanden *l* på figuren er fast, men lengden på skråplanet kan vi velge. Friksjonstallet er 0,2.

Oppgave 6

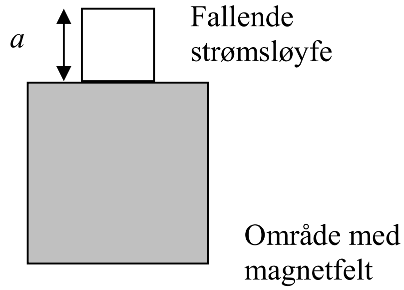


Tre lederkretser A, B og C ligger i samme plan, slik som figuren viser. De befinner seg i samme homogene magnetfelt. Når magnetfeltet endres, induseres det en elektromotorisk spenning i de tre kretsene.

I A induseres spenningen 0,9 V.

Hvor stor blir den induserte spenningen i B og C?

Oppgave 7



En kvadratisk ledersløyfe med sidekant *a*, massen *m* og resistansen *R* faller inn i et horisontalt homogent magnetfelt med flukstettheten *B* slik som figuren viser. Ledersløyfen slippes fra ro slik at den har farten 0 m/s akkurat i det den beveger seg inn i feltet.

Finn et uttrykk for farten til ledersløyfen som funksjon av tiden når den beveger seg inn i feltet.

Her kan du få bruk for følgende integral: $\int \frac{1}{x}\,dx = \ln x + C$

Fysikkolympiade 2000 – 2001

Løsningsforslag av oppgavene gitt til andre runde 8.2.2001

Oppgave 1

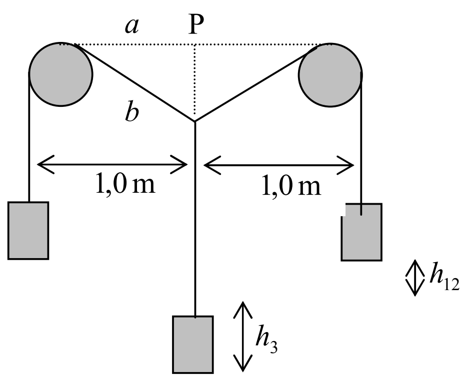
Den kinetiske energien finner vi av:

$$F = evB = \frac{mv^2}{r} \quad \text{som gir} \quad E_k = \tfrac{1}{2}mv^2 = \frac{(erB)^2}{2m} = \underline{4{,}97 \cdot 10^{-16}\,\mathrm{J}}$$

Oppgave 2

Når det midterste loddet når sitt laveste punkt, vil alle loddene være i ro. Da må det midterste loddet ha tapt like mye potensiell energi som de to andre loddene har vunnet.

Altså er $mgh_3 = 2mgh_{12}$ og $h_3 = 2h_{12}$



Her blir: $h_3^2 = b^2 - a^2$ og $h_{12} = b - a = \sqrt{h_3^2 + a^2} - a$

$$h_3 = 2h_{12} = 2\left(\sqrt{h_3^2 + a^2} - a\right)$$

Dette gir $h_3(3h_3 - 4a) = 0$ og $\underline{h_3 = 1{,}33\,\mathrm{m}}$

Oppgave 3

Tiden det tar til prosjektilet er i høyde med klippekanten:

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \quad ; \quad y = 0 \Rightarrow t = 0 \vee t = \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2v_0 \sin\alpha_0}{g}$$

Da har prosjektilet beveget seg i x-retningen: $x = v_{0x}t = v_0 \cos\alpha_0 \dfrac{2v_0 \sin\alpha_0}{g} = \dfrac{v_0^2}{g}\sin 2\alpha_0$

Krav $x > R$ Grenseverdi: $x = R$

Dersom x skal være minst mulig må vi velge både v_0 og a_0 så stor som mulig.

$$\frac{v_{0,\text{maks}}^2}{g}\sin 2\alpha_0 = R \Rightarrow \sin 2\alpha_0 = \frac{gR}{v_{0,\text{maks}}^2} = \frac{9{,}81 \cdot 100}{50^2} \Rightarrow 2\alpha_0 = 23{,}1^\circ \vee 156{,}9^\circ$$

Vår vinkel blir da $a_0 = \dfrac{156{,}9^\circ}{2} = 78{,}4^\circ$, $v_0 = v_{0,\text{ maks}} = 50\,\text{m/s}$

Oppgave 4

Ved maks effekt og maks fart blir:

$$P = (L + R)v = (kv^2 + rN)v$$

Vi får altså en 3. gradslikning som vi løser grafisk på lommeregneren:

$kv^3 + rNv - P = 0$ som gir: $\underline{v = 49\,\text{m/s}}$

I en bratt bakke vil en tung lastebil måtte øke sin potensielle energi i betydelig større grad enn personbilen.

Oppgave 5

Klossen sklir nedover skråplanet. Det gir:

$mg \cdot \sin\alpha - \mu mg \cdot \cos\alpha = ma$ og dessuten:

$$s = \tfrac{1}{2}at^2 = \tfrac{1}{2}(g \cdot \sin\alpha - \mu g \cdot \cos\alpha) \cdot t^2$$

$$s = \frac{l}{\cos\alpha}$$

Herav får vi:

$$t = \sqrt{\frac{2l}{g \cdot \cos\alpha(\sin\alpha - \mu \cdot \cos\alpha)}}$$

Vi får min t når nevneren under rottegnet er størst:

$$f'(\alpha) = \tfrac{1}{2}\sin 2\alpha - \mu\cos^2\alpha$$

$f'(\alpha) = \cos 2\alpha + \mu \cdot \sin 2\alpha$

$f'(\alpha) = 0$ gir $\tan \cdot 2\alpha = \frac{-1}{\mu}$ og $\underline{\alpha = 51^0}$

Oppgave 6

Spenningen i B: <u>0,9 V</u>

Spenningen i C: <u>0,8 V</u>

Oppgave 7

Side kanten i den fallende sløyfen kaller vi *l*.

Strømmen i sløyfen når den faller inni feltet blir:

$I = \frac{vBl}{R}$ der I varierer med farten. Da får vi:

$$mg - IlB = ma$$

$$a = g - \frac{vB^2l^2}{mR} \quad \text{og} \quad a = \frac{dv}{dt}$$

$$\frac{dv}{dt} = g - bv \quad \text{der } b = \frac{B^2l^2}{mR}$$

$$\int_0^v \frac{dv}{g - bv} = \int_0^t dt$$

$$-\frac{1}{b}\ln(g - bv) + \frac{1}{b}\ln g = t$$

$$\frac{g}{g - bv} = e^{tb}$$

$$v = \frac{g}{b} - \frac{g}{b}e^{-tb}$$

Altså: $v = \frac{gmR}{B^2l^2}\left(1 - e^{-\frac{B^2l^2}{mR}t}\right)$