

**Eksamensoppgave i TFY4104 Fysikk**

**Eksamensdato:** 21.01.2022

**Eksamenstid (fra-til):** 09:00-13:00

**Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler:** A / Alle hjelpemidler tillatt

**Faglig kontakt under eksamen:** Knut Bjørkli Rolstad  
**Tlf.:** 99 444 263

**Teknisk hjelp under eksamen:** NTNU Orakel  
**Tlf:** 73 59 16 00

Får du tekniske problemer underveis i eksamen, må du ta kontakt for teknisk hjelp snarest mulig, og senest innen eksamenstida løper ut/prøven stenger. Kommer du ikke gjennom umiddelbart, hold linja til du får svar.

**ANNEN INFORMASJON**

**Ikke ha Inspira åpen i flere faner, eller vær pålogget på flere enheter, samtidig**, da dette kan medføre feil med lagring/levering av besvarelsen din.

**Skaff deg overblikk over oppgavesettet** før du begynner på besvarelsen din.

**Les oppgavene nøye**, gjør dine egne antagelser og presiser i besvarelsen hvilke forutsetninger du har lagt til grunn i tolkning/avgrensing av oppgaven. Faglig kontaktperson kan kontaktes dersom du mener det er feil eller mangler i oppgavesettet.

**Juks/plagiat:** Eksamen skal være et individuelt, selvstendig arbeid. Det er tillatt å bruke hjelpemidler, men vær obs på at du må følge eventuelle anvisningen om kildehenvisninger under. Under eksamen er det ikke tillatt å kommunisere med andre personer om oppgaven eller å distribuere utkast til svar. Slik kommunikasjon er å anse som juks.

Alle besvarelser blir kontrollert for plagiat. [Du kan lese mer om juks og plagiering på eksamen her.](#)

**Varslinger:** Hvis det oppstår behov for å gi beskjeder til kandidatene underveis i eksamen (f.eks. ved feil i oppgavesettet), vil dette bli gjort via varslinger i Inspira. Et varsel vil dukke opp som en dialogboks på skjermen i Inspira. Du kan finne igjen varselet ved å klikke på bjella øverst i høyre hjørne på skjermen. Det vil i tillegg bli sendt SMS til alle kandidater for å sikre at ingen går glipp av viktig informasjon. Ha mobiltelefonen din tilgjengelig.

**Vekting av oppgavene:** Alle oppgaver teller likt. 1 poeng for riktig svar; 0 poeng for feil svar eller intet svar. Det er kun ett riktig svar på hver oppgave.

**BESVARE OG LEVERE**

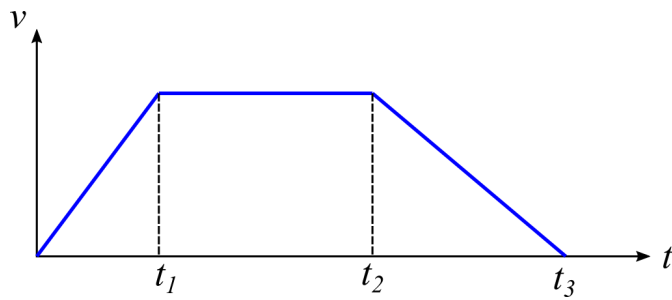
**Besvare i Inspira:** Hvis oppgavesettet inneholder oppgaver som *ikke* er av typen filopplasting, skal de besvares direkte i Inspira. I Inspira lagres svarene dine automatisk hvert 15. sekund.

**Automatisk innlevering:** Besvarelsen din leveres automatisk når eksamenstida er ute og prøven stenger, forutsatt at minst én oppgave er besvart. Dette skjer selv om du ikke har klikket «Lever og gå tilbake til Dashboard» på siste side i oppgavesettet. Du kan gjenåpne og redigere besvarelsen din så lenge prøven er åpen. Dersom ingen oppgaver er besvart ved prøveslutt, blir ikke besvarelsen din levert. Dette vil anses som “ikke møtt” til eksamen.

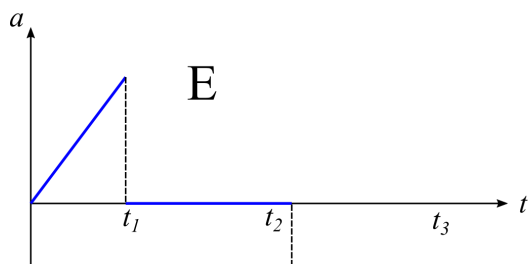
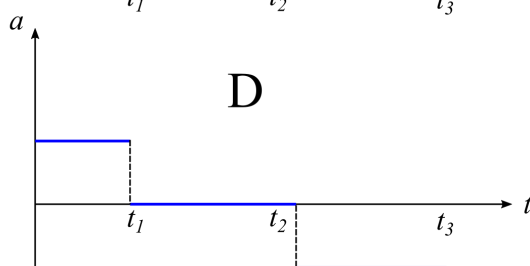
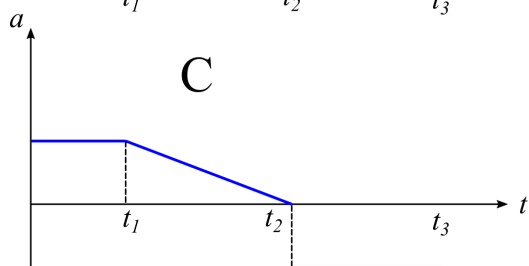
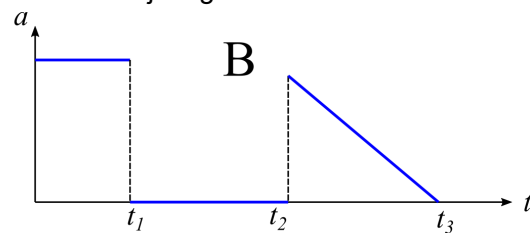
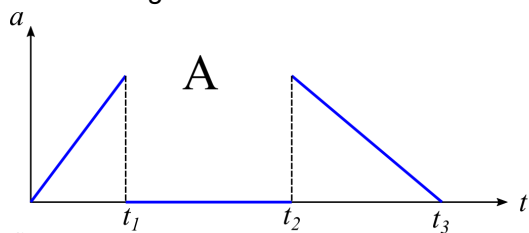
**Trekk/avbrutt eksamen:** Blir du syk under eksamen, eller av andre grunner ønsker å levere blankt/avbryte eksamen, gå til “hamburgermenyen” i øvre høyre hjørne og velg «Lever blankt». Dette kan ikke angres selv om prøven fremdeles er åpen.

**Tilgang til besvarelse:** Du finner besvarelsen din i Arkiv etter at sluttida for eksamen er passert.

1 Figuren under viser fartsgrafen til en bil som kjører rettlinjet mellom to lyskryss.



Hvilken av grafene A-E viser bilens tilsvarende akselerasjonsgraf?



Velg ett alternativ

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E

Maks poeng: 1

- 2 En stein slippes med null startfart fra en bygning med høyde **100 m**. **1,0 s** senere kastes en annen stein loddrett nedover fra den samme bygningen med en startfart  $v_0$ .

Hva må startfarten  $v_0$  minst være dersom den siste steinen skal ta igjen den første før den treffer bakken? Begge steinene beveger seg helt vertikalt, og vi ser bort fra luftmotstand.

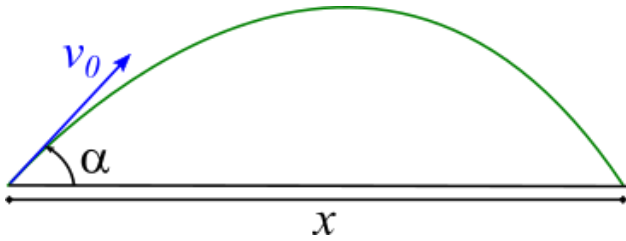
**Velg ett alternativ:**

- ☐ **4,9 m/s**
- ☐ Det finnes ingen verdi for  $v_0$  som gjør dette mulig.
- ☐ **30 m/s**
- ☐ **20 m/s**
- ☐ **11 m/s**

Maks poeng: 1

- 3 Tyngdeakselerasjonen på Månen er  $\frac{1}{6}g$ , der  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  er tyngdeakselerasjonen på Jorda.

Når et legeme på Jorda skytes fra bakkenivå uten luftmotstand med en viss startfart og en startvinkel  $\alpha = 45^\circ$ , får det en horisontal rekkevidde  $x = 10 \text{ m}$ . Se figuren under.



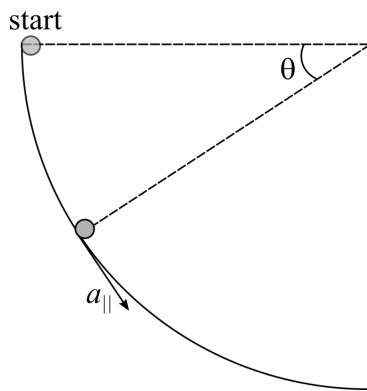
Hva blir den horisontale rekkevidden til legemet på Månen dersom det skytes ut med samme startfart og startvinkel?

**Velg ett alternativ:**

- ☐ 30 m
- ☐ 5,0 m
- ☐ 10 m
- ☐ 60 m
- ☐ 20 m

Maks poeng: 1

- 4 Et legeme glir ned en halvsirkelformet bane uten friksjon. På figuren under er  $\theta$  vinkelen mellom legemet og horisontalen etter hvert som det glir nedover banen. Legemet slippes med null startfart i punktet der  $\theta = 0$ , og i et gitt punkt har legemet en tangentiell akselerasjon  $a_{\parallel}$ .



For hvilken verdi av  $\theta$  er den tangentielle akselerasjonen maksimal?

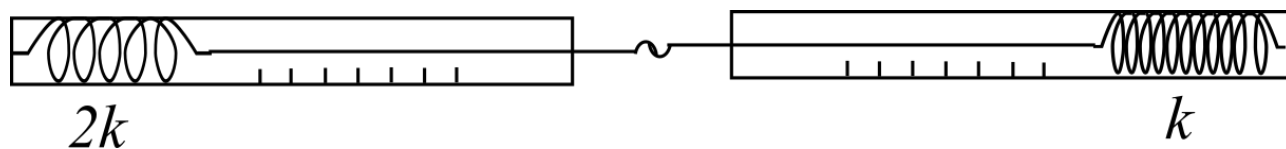
**Velg ett alternativ:**

- ☐  $\theta = 45^\circ$
- ☐  $\theta = 90^\circ$  (laveste punktet)
- ☐  $\theta = 75^\circ$
- ☐  $\theta = 0$  (startpunktet)
- ☐  $\theta = 30^\circ$

Maks poeng: 1

- 5 En kraftmåler består av en fjær inne i en plasticsylinder, som er kalibrert til å angi krafta som drar i fjæra, i antall newton.

To slike kraftmålere der fjærene har fjærkonstanter lik hhv.  $k$  og  $2k$  er koblet sammen og dras ut til siden. Se figuren under.



Den venstre kraftmåleren (med fjærkonstant  $2k$ ) viser en kraft på **10 N**. Hva viser den andre kraftmåleren?

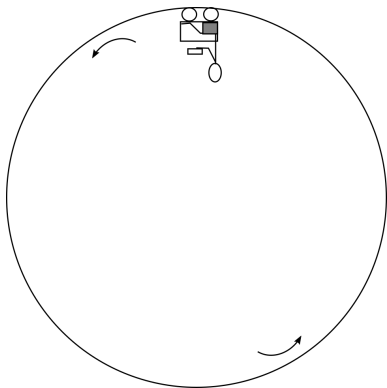
**Velg ett alternativ:**

- ☐ 5,0 N
- ☐ 3,3 N
- ☐ 10 N
- ☐ 20 N
- ☐ 7,5 N

Maks poeng: 1

- 6 En student som tar en berg-og-dalbane, bruker sensorer i mobiltelefonen til å måle sin egen sentripetalakselerasjon  $a_{\perp}$  under ferden. Telefonen angir sentripetalakselerasjonen i antall ganger tyngdeakselerasjonen, f.eks.  $a_{\perp} = 2,3 \cdot g$ . På horisontalt underlag viser telefonen  $a_{\perp} = 0$ , og telefonen angir alltid positive verdier for  $a_{\perp}$  (dvs. det spiller ingen rolle om telefonen holdes "riktig vei" eller "opp ned").

I det øverste punktet i en loop viser telefonen  $a_{\perp} = 1,5 \cdot g$ . Se figuren under.



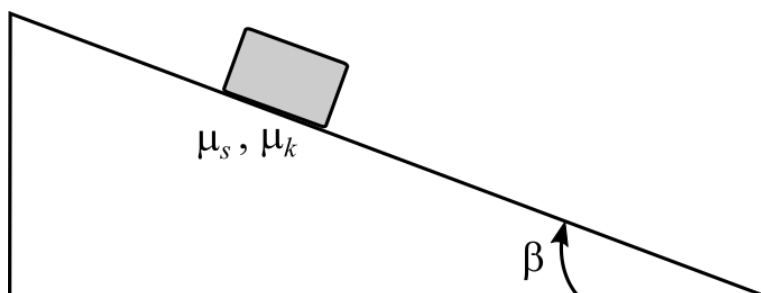
Hva er forholdet mellom normalkrafta fra setet på personen, og personens tyngde i det øverste punktet? Telefonen og studenten kan ansees som ett punktlegame.

**Velg ett alternativ:**

- ☐  $N/mg = 2,0$
- ☐  $N/mg = 1,0$
- ☐  $N/mg = 0$
- ☐  $N/mg = 1,5$
- ☐  $N/mg = 0,5$

Maks poeng: 1

- 7 Et legeme ligger i utgangspunktet i ro på et skråplan der skråvinkelen  $\beta$  kan justeres. Mellom legemet og skråplanet er statisk friksjonskoeffisient lik  $\mu_s$ , mens den kinetiske friksjonskoeffisienten er  $\mu_k$ . Se figuren under.



Vi øker sakte skråplanvinkelen til legemet begynner å gli. Hva er skråplanvinkelen idet legemet begynner å gli?

**Velg ett alternativ:**

- ☐  $\beta = \arctan \frac{\mu_s}{\mu_k}$
- ☐  $\beta = \arctan \mu_s$
- ☐  $\beta = \arcsin \frac{\mu_s}{\mu_k}$
- ☐  $\beta = \arcsin \mu_s$
- ☐  $\beta = \arctan \mu_k$

Maks poeng: 1

- 8 To kuler har identisk radius, men den ene har masse  $m$  mens den andre har masse  $4m$ . Kulene slippes fra en høy bygning, og når etter hvert en maksimal fart (terminalfart). Kulene påvirkes av en luftmotstand  $F_D = kv^2$ , der proporsjonalitetskonstanten  $k$  er den samme for begge kulene.

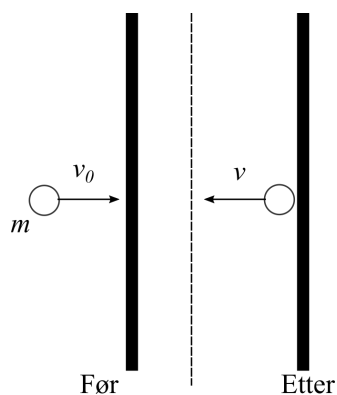
Hvis kula med masse  $m$  har terminalfart  $v$ , hva er terminalfarten til kula med masse  $4m$ ?

Velg ett alternativ:

- ☐  $4v$
- ☐  $\sqrt{2} \cdot v$
- ☐  $2v$
- ☐  $8v$
- ☐  $16v$

Maks poeng: 1

- 9 En sprettball med masse  $m = 20 \text{ g}$  beveger seg horisontalt med en fart  $v_0 = 15 \text{ m/s}$  i det den treffer en vertikal vegg og spretter tilbake med uendret fart  $v = v_0$  som også er horisontal. Se figuren under.



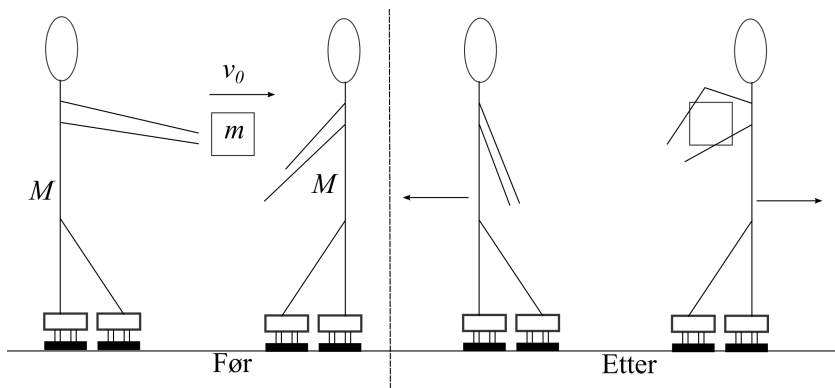
Hvor stor er den gjennomsnittlige kraften fra vegg på ballen dersom kontakttiden er  $10 \text{ ms}$ ?

Velg ett alternativ:

- ☐ 6,0 kN
- ☐ 6,0 N
- ☐ 60 N
- ☐ 3,0 N
- ☐ 30 N

Maks poeng: 1

- 10 To skøyteløpere med identisk masse  $M = 60 \text{ kg}$  står i ro ovenfor hverandre, og kan gli helt friksjonsfritt på isen. Den ene skøyteløperen kaster en pakke med masse  $m = 3,0 \text{ kg}$  med en horisontal utgangsfart på  $v_0 = 10 \text{ m/s}$ , som den andre tar imot og holder fast i. Se figuren under.



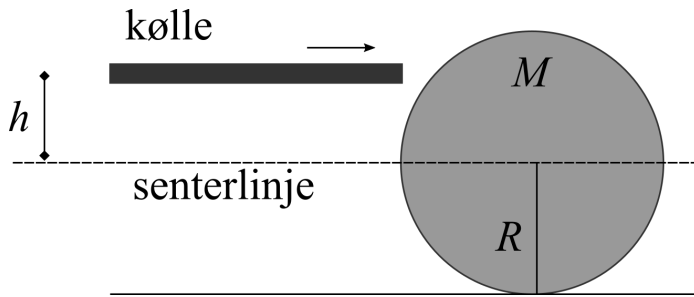
Hvor raskt glir skøyteløperne fra hverandre idet den andre har tatt imot pakken? All bevegelse kan antas å foregå langs en rett linje.

Velg ett alternativ:

- ☐ 0,50 m/s
- ☐ 0,10 m/s
- ☐ 1,5 m/s
- ☐ 2,0 m/s
- ☐ 0,98 m/s

Maks poeng: 1

- 11 En ishockeypuck formet som en massiv skive med masse  $M$  og radius  $R$  står oppreist og i ro på et horisontalt underlag. Pucken får et kortvarig støt fra en kølle, som treffer pucken horisontalt i en høyde  $h$  over senterlinja gjennom puckens sentrum. Pucken holder seg oppreist under hele prosessen. Se figuren under.



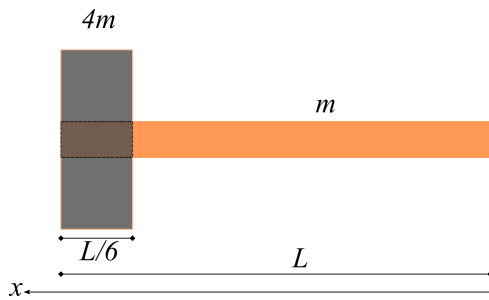
Hva må  $h$  være dersom pucken skal rulle uten å gli mot underlaget like etter støtet? [Hint: Anta at kølla virker på skiva med en kraft  $F$  i et kort tidsrom  $\Delta t$ , og bruk impulsloven samt spinnsatsen om en akse gjennom puckens sentrum.]

Velg ett alternativ:

- ☐  $h = \frac{4}{5}R$
- ☐  $h = \frac{2}{3}R$
- ☐  $h = \frac{2}{5}R$
- ☐  $h = \frac{1}{2}R$
- ☐  $h = \frac{1}{3}R$

Maks poeng: 1

- 12 En hammer består av et jevntykt treskaft med lengde  $L$  og masse  $m$ , som er innpresset i et uthullet, jevntykt jernhode med høyde  $L/6$  og masse  $4m$ . Venstre ende av skaftet går kant i kant med hodet. Se figuren under.



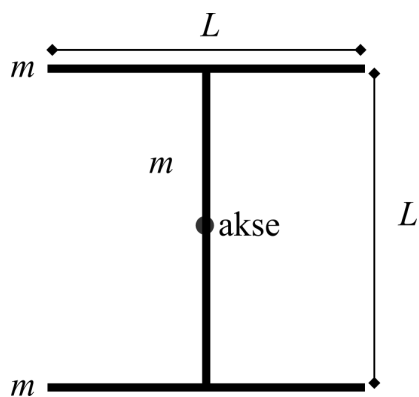
Hvor langt unna den høyre enden av skaftet ligger hammerens massesenter/tyngdepunkt?

Velg ett alternativ:

- ☐  $x = 5L/6$
- ☐  $x = 11L/12$
- ☐  $x = 23L/30$
- ☐  $x = L/3$
- ☐  $x = 2L/3$

Maks poeng: 1

- 13 Et  $I$ -formet legeme er sammensatt av tre identiske, tynne stenger, hver med masse  $m$  og lengde  $L$ , som figuren under viser.



Hva er treghetsmomentet til legemet om en akse som står normalt på midten av den vertikale stanga (angitt på figuren)?

Velg ett alternativ:

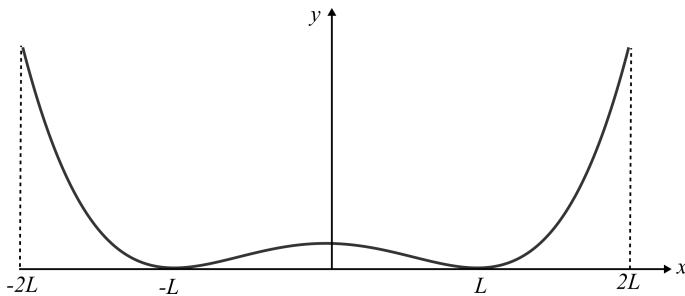
- ☐  $I = \frac{4}{5}mL^2$
- ☐  $I = 2mL^2$
- ☐  $I = mL^2$
- ☐  $I = \frac{3}{4}mL^2$
- ☐  $I = \frac{3}{2}mL^2$

Maks poeng: 1

14 Oppgave 14-16 handler om samme problemstilling, men kan løses uavhengig av hverandre.

Et uniformt legeme med masse  $m$ , radius  $r$  og treghetsmoment om massesenteret lik  $I = c \cdot mr^2$  ruller uten å gli på en bane der banehøyden som funksjon av horisontal avstand  $x$  er gitt ved fjerdegradsfunksjonen

$y(x) = y_0(1 - \frac{x^2}{L^2})^2$ , der endepunktene i banen er  $x = \pm 2L$ . En skisse av banen er vist på figuren under:



Legemets radius er mye mindre enn  $y_0$  og  $L$ , og vi ser bort fra luftmotstand osv. slik at mekanisk energi kan antas bevart.

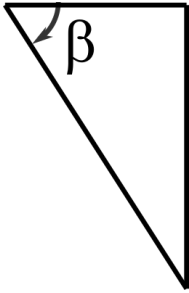
Legemet slippes fra punktet  $x = -2L$  med null startfart. Hva er banefarten i punktet  $x = 0$ ?

Velg ett alternativ:

- ☐  $\sqrt{gy_0}$
- ☐  $4 \cdot \sqrt{\frac{gy_0}{1+c}}$
- ☐  $\sqrt{2 \frac{gy_0}{1+c}}$
- ☐  $\sqrt{2gy_0}$
- ☐  $4 \cdot \sqrt{gy_0}$

Maks poeng: 1

- 15 Hva blir absoluttverdien av helningsvinkelen til banen (se figuren under) i det venstre endepunktet  $x = -2L$  dersom baneparametrene har verdiene  $L = 1,20 \text{ m}$  og  $y_0 = 0,100 \text{ m}$ ?



Velg ett alternativ:

- ☐  $45,0^\circ$
- ☐  $22,3^\circ$
- ☐  $32,7^\circ$
- ☐  $63,4^\circ$
- ☐  $52,1^\circ$

Maks poeng: 1

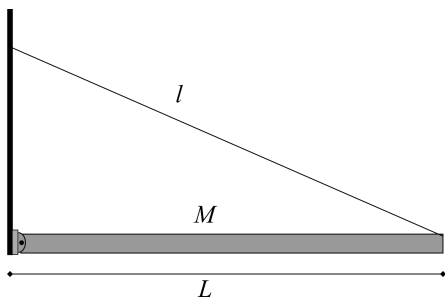
- 16 Beregn forholdet mellom normalkrafta  $N$  fra banen, og legemets tyngde  $mg$ , i bunnpunktet  $x = -L$ . Som før slippes legemet med null startfart fra  $x = -2L$ .

Velg ett alternativ:

- ☐  $\frac{N}{mg} = 1$
- ☐  $\frac{N}{mg} = 1 + \frac{144}{1+c} \left(\frac{y_0}{L}\right)^2$
- ☐  $\frac{N}{mg} = 0$
- ☐  $\frac{N}{mg} = 1 + \frac{18}{1+c} \left(\frac{y_0}{L}\right)^2$
- ☐  $\frac{N}{mg} = 1 + \frac{9}{1+c} \left(\frac{y_0}{L}\right)^2$

Maks poeng: 1

- 17 En jevntykk bjelke med masse  $M = 80 \text{ kg}$  og lengde  $L = 5,0 \text{ m}$  er festet med et hengsel i veggen, og holdes horisontalt ut fra veggen av en lett snor med lengde  $l = 8,0 \text{ m}$ . Se figuren under.



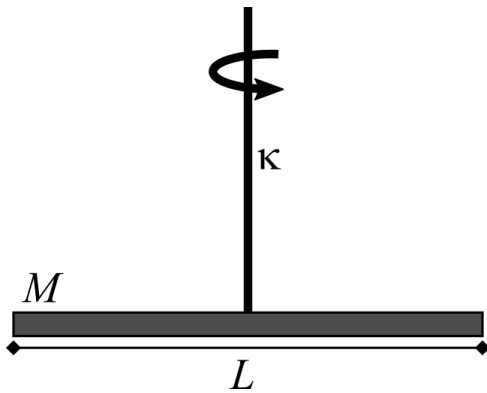
Bestem draget i snora når bjelken henger horisontalt i ro.

Velg ett alternativ:

- ☐ 0,40 kN
- ☐ 0,20 kN
- ☐ 1,0 kN
- ☐ 0,80 kN
- ☐ 0,50 kN

Maks poeng: 1

- 18 En torsjionspendel består av en tynn stang med masse  $M = 1,0 \text{ kg}$  og lengde  $L = 0,50 \text{ m}$  som henger i en tråd med torsjonskonstant  $\kappa$ , som er festet midt på stanga. Stanga svinger om en vertikal akse som står vinkelrett på stanga. Se figuren under.



Pendelens svingetid måles til  $T = 2,0 \text{ s}$ . Hva blir verdien for torsjonskonstanten  $\kappa$ ?

Velg ett alternativ:

- ☐  $\kappa = 0,26 \text{ Nm/rad}$
- ☐  $\kappa = 0,065 \text{ Nm/rad}$
- ☐  $\kappa = 0,82 \text{ Nm/rad}$
- ☐  $\kappa = 0,75 \text{ Nm/rad}$
- ☐  $\kappa = 0,21 \text{ Nm/rad}$

Maks poeng: 1

- 19 En kloss med masse **0,20 kg** ligger på et horisontalt, friksjonsfritt underlag. Klossen er festet til en fjær med fjærkonstant **90 N/m**. Klossen dyttes på av en harmonisk ytre kraft  **$F(t)$**  gitt ved  **$F(t) = (50 \text{ N}) \sin(30 \text{ s}^{-1}t)$** .

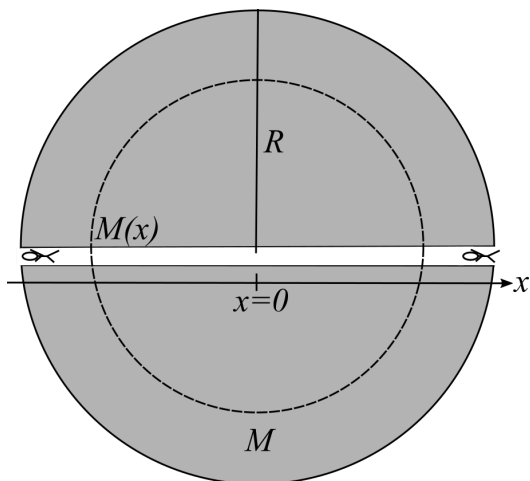
Bestem den resulterende amplituden til svingebevegelsen for klossen.

**Velg ett alternativ:**

- ☐  **$A = 0,56 \text{ m}$**
- ☐  **$A = 1,7 \text{ m}$**
- ☐  **$A = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$**
- ☐  **$A = 0,60 \text{ m}$**
- ☐  **$A = 1,6 \text{ m}$**

Maks poeng: 1

- 20 Anta at Jorda er en massiv kule med konstant massetetthet, der massen er  $M = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  og radius er  $R = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ . Vi borer et hull tvers gjennom Jorda, fra ekvator via jordas sentrum og ut på den andre siden. Dersom vi ser bort fra alle former for friksjon og tap, vil et legeme som slippes fra ro fra ekvator på den ene siden, svinge **harmonisk** mellom slippunktet og punktet på motsatt ekvator. Se figuren under.



Hva blir svingetiden/perioden til legemet (tiden fra legemet slippes til det kommer tilbake til utgangspunktet)?

[Hint: Legg et koordinatsystem med  $x = 0$  i Jordas sentrum. Tyngdekrafta fra et kulesymmetrisk legeme virker som om all masse var samlet i kulas sentrum. Tyngdekrafta på legemet i posisjon  $x$  tilsvarer tyngdekrafta fra massen  $M(x)$  innenfor en kule med radius  $x$  (dvs. kun massen "innenfor" punktet gir opphav til gravitasjonskraften på legemet).]

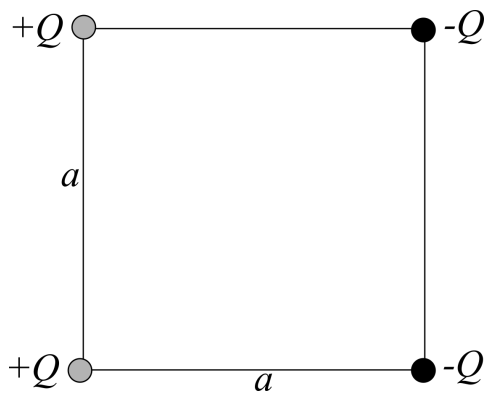
Velg ett alternativ:

- ☐  $T \approx 1000 \text{ s}$
- ☐  $T \approx 3600 \text{ s}$
- ☐  $T \approx 5060 \text{ s}$
- ☐  $T \approx 1,0 \text{ døgn}$
- ☐  $T \approx 11000 \text{ s}$

Maks poeng: 1

**21** Oppgave 21-23 tar utgangspunkt i samme ladningskonfigurasjon, men kan besvares uavhengig av hverandre.

To positive punktladninger  $+Q$  og to negative punktladninger  $-Q$  er plassert i hjørnene på et kvadrat med sidekant  $a$ . Se figuren under.



Bestem absoluttverdien av det elektriske feltet i sentrum av kvadratet.

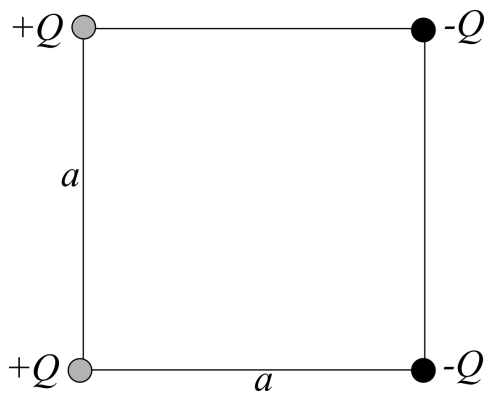
Velg ett alternativ:

- ☐  $E = 4kQ/a^2$
- ☐  $E = 4\sqrt{2}kQ/a^2$
- ☐  $E = 0$
- ☐  $E = \sqrt{2}kQ/a^2$
- ☐  $E = 8kQ/a^2$

Maks poeng: 1

**22** Oppgave 21-23 tar utgangspunkt i samme ladningskonfigurasjon, men kan besvares uavhengig av hverandre.

To positive punktladninger  $+Q$  og to negative punktladninger  $-Q$  er plassert i hjørnene på et kvadrat med sidekant  $a$ . Se figuren under.



Bestem det elektriske potensialet i sentrum av kvadratet.

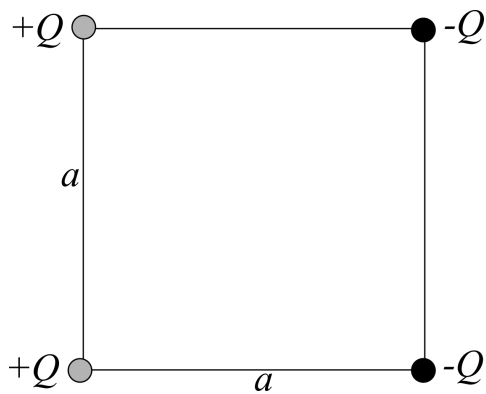
Velg ett alternativ:

- ☐  $V = 0$
- ☐  $V = kQ/a$
- ☐  $V = \frac{\sqrt{2}}{2} kQ/a$
- ☐  $V = \sqrt{2} kQ/a$
- ☐  $V = 4kQ/a$

Maks poeng: 1

**23** Oppgave 21-23 tar utgangspunkt i samme ladningskonfigurasjon, men kan besvares uavhengig av hverandre.

To positive punktladninger  $+Q$  og to negative punktladninger  $-Q$  er plassert i hjørnene på et kvadrat med sidekant  $a$ . Se figuren under.



Bestem den elektriske potensielle energien til ladningskonfigurasjonen.

Velg ett alternativ:

- ☐  $U = -4kQ^2/a$
- ☐  $U = 0$
- ☐  $U = 4kQ^2/a$
- ☐  $U = -\frac{4}{\sqrt{2}} \cdot kQ^2/a$
- ☐  $U = -\sqrt{2} \cdot kQ^2/a$

Maks poeng: 1

- 24** To punktpartikler med identisk, positiv ladning og masser lik hhv.  $m$  og  $2m$  holdes i ro ved  $t = 0$  i en viss avstand fra hverandre. Partiklene slippes så.

Hvilken påstand om partiklenes bevegelse for  $t > 0$  er riktig? Vi kan se bort fra alle andre krefter enn de elektriske kreftene mellom partiklene.

**Velg ett alternativ:**

- ☐ Partiklene fjerner seg fra hverandre med økende fart
- ☐ Partiklene fjerner seg fra hverandre med avtakende fart
- ☐ Partiklene fjerner seg fra hverandre med konstant fart
- ☐ Partiklene nærmer seg hverandre med avtakende fart
- ☐ Partiklene nærmer seg hverandre med økende fart

Maks poeng: 1

- 25** Du har 4 identiske kondensatorer med kapasitans  $1,0 \text{ mF}$  som skal kobles sammen slik at alle kondensatorene tas i bruk. Hvordan må kondensatorene kobles for å få lavest mulig ekvivalent kapasitans, og hva blir den laveste mulige kapasitansen for koblingen?

**Velg ett alternativ:**

- ☐ Seriekobling, minimal kapasitans  $1,0 \text{ mF}$
- ☐ Seriekobling, minimal kapasitans  $0,50 \text{ mF}$
- ☐ Parallellkobling, minimal kapasitans  $0,25 \text{ mF}$
- ☐ Parallellkobling, minimal kapasitans  $1,0 \text{ mF}$
- ☐ Seriekobling, minimal kapasitans  $0,25 \text{ mF}$

Maks poeng: 1

- 26** En luftfylt platekondensator med plateareal  $A$  har i utgangspunktet en plateavstand  $d$  og er tilkoblet et batteri med spenning  $V_0$ .

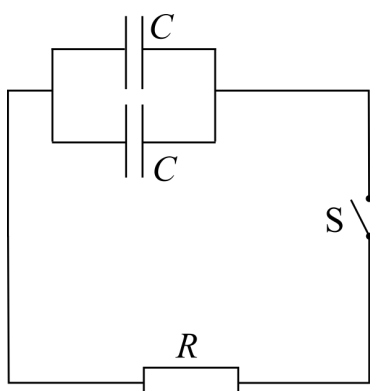
Kondensatoren blir så koblet fra batteriet, og deretter dobles plateavstanden. Hva blir spenningen mellom kondensatorplatene etter dette?

**Velg ett alternativ:**

- ☐  $4V_0$
- ☐  $\frac{V_0}{4}$
- ☐  $\frac{V_0}{2}$
- ☐  $V_0$
- ☐  $2V_0$

Maks poeng: 1

- 27 To identiske, parallellkoblede kondensatorer som hver har kapasitans  $C = 1,0 \mu\text{F}$ , er ladet opp til en spenning på  $12 \text{ V}$ . Disse kobles så til en motstand med resistans  $R = 1,0 \text{ M}\Omega$ , og en bryter S lukkes ved  $t = 0$ . Se figuren under.



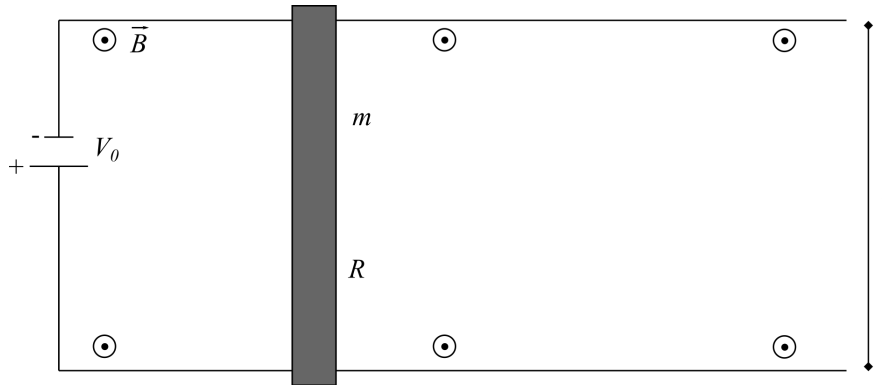
Hvor lang tid tar det før spenningen over kondensatorene er  $6,0 \text{ V}$ ?

Velg ett alternativ:

- ☐  $2,0 \text{ s}$
- ☐  $0,69 \text{ s}$
- ☐  $1,0 \text{ s}$
- ☐  $1,4 \text{ s}$
- ☐  $0,50 \text{ s}$

Maks poeng: 1

- 28 Figuren under viser prinsippet for en elektromagnetisk katapult. En ledende metallstang med masse  $m$ , lengde  $l$  og resistans  $R$  glir friksjonsfritt på to parallelle, resistans- og induktansfrie ledere, slik at det dannes en lukket sløyfe. Sløyfa befinner seg i et ytre magnetfelt  $\vec{B}$  med retning ut av papirplanet. Sløyfa er tilkoblet en likespenningskilde som leverer en konstant spenning  $V_0$ .



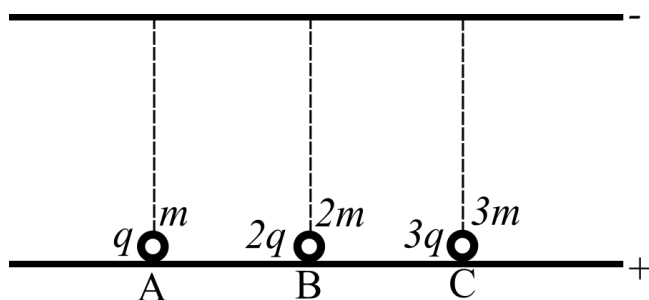
Stanga legges ned på lederne på ved  $t = 0$ . Hvor stor akselerasjon får stanga akkurat i dette startøyeblikket?

Velg ett alternativ:

- ☐  $a = \frac{V_0 l B}{2mR}$  mot høyre
- ☐  $a = \frac{V_0 l B}{mR}$  mot høyre
- ☐  $a = 0$
- ☐  $a = \frac{V_0 l B}{mR}$  mot venstre
- ☐  $a = \frac{V_0 l B}{2mR}$  mot venstre

Maks poeng: 1

- 29 3 positivt ladde punktpartikler A, B og C har ladninger hhv.  $q$ ,  $2q$  og  $3q$ , og masser lik hhv.  $m$ ,  $2m$  og  $3m$ . Partiklene holdes i utgangspunktet i ro ved den positive platen i en platekondensator. Se figuren under.



Ved  $t = 0$  slippes partiklene fri og kan bevege seg rettlinjet mot den negative plata. Avstanden mellom partiklene er såpass stor at vi kan se bort fra elektriske krefter mellom partiklene, og det elektriske feltet mellom kondensatorplatene kan antas homogent.

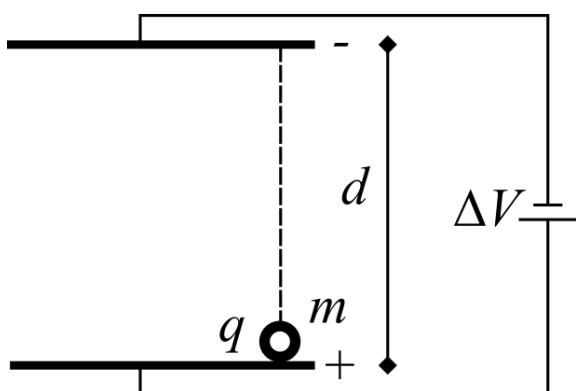
I hvilken rekkefølge treffer partiklene den negative plata (fra først til sist)?

**Velg ett alternativ:**

- ☐ C, A, B
- ☐ A, C, B
- ☐ A, B, C
- ☐ De treffer samtidig
- ☐ C, B, A

Maks poeng: 1

- 30 Et heliumion med masse  $m = 4u$  og ladning  $q = +2e$  akselereres rettlinjet med null startfart fra positiv til negativ plate i det homogene feltet i en platekondensator der spenningen mellom platene er  $\Delta V = 1,0 \text{ kV}$  og plateavstanden er  $d = 0,10 \text{ m}$ . Se figuren under.



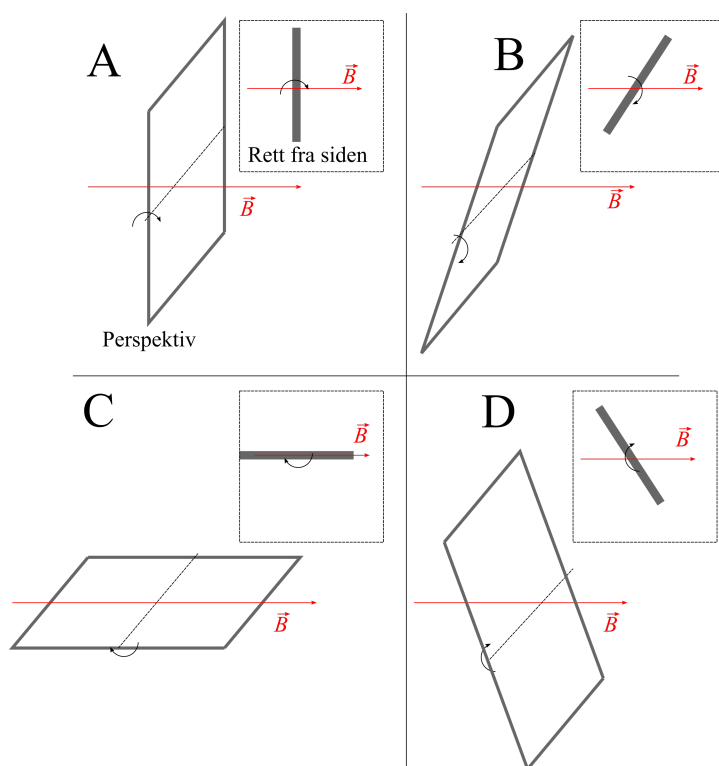
Hvor lang tid tar det før ionet treffer den negative plata?

Velg ett alternativ:

- ☐  $t = 6,4 \text{ ms}$
- ☐  $t = 0,64 \text{ ms}$
- ☐  $t = 6,4 \text{ s}$
- ☐  $t = 6,4 \mu\text{s}$
- ☐  $t = 0,64 \mu\text{s}$

Maks poeng: 1

- 31 Figuren under viser en kvadratisk ledersløyfe som befinner seg i et homogent, konstant magnetfelt  $\vec{B}$ , og som roterer om midtaksen. Figuren viser sløyfa på 4 ulike tidspunkt A-D i rotasjonsbevegelsen, sløyfa er vist både i perspektiv og sett rett fra siden for hvert tidspunkt.



På hvilket tidspunkt er dreiemomentet fra magnetfeltet på sløyfa om rotasjonsaksen **størst**?

Velg ett alternativ:

- ☐ C
- ☐ Dreiemomentet er det samme på alle tidspunktene.
- ☐ A
- ☐ D
- ☐ B

Maks poeng: 1

- 32 En kobberleder har sirkulært tverrsnitt med diameter  $D$ , lengde  $l$  og resistans  $R_1$ . En annen leder er laget av samme materiale, men har sirkulært tverrsnitt med diameter  $2D$ , lengde  $2l$  og resistans  $R_2$ .

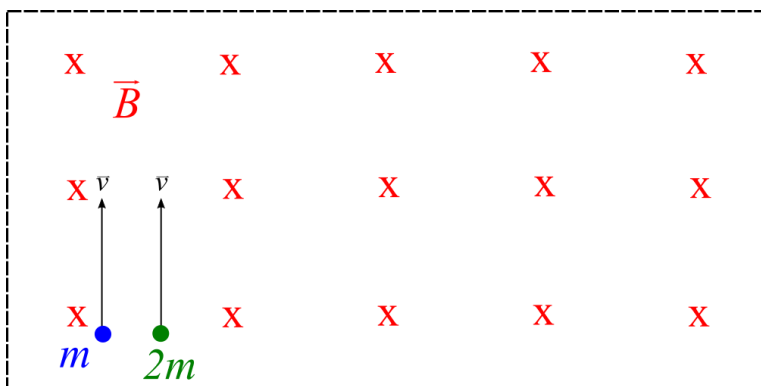
Bestem forholdet  $R_2/R_1$  mellom resistansene til de to lederne.

Velg ett alternativ:

- ☐  $R_2/R_1 = 2$
- ☐  $R_2/R_1 = 1/\sqrt{2}$
- ☐  $R_2/R_1 = 1$
- ☐  $R_2/R_1 = 1/2$
- ☐  $R_2/R_1 = 1/4$

Maks poeng: 1

- 33 To ladde partikler kommer med samme hastighet  $\vec{v}$  inn i et homogent magnetfelt  $\vec{B}$  som peker innover i figurplanet og som står normalt på partiklenes fartsretning. Begge partiklene har samme positive ladning, men ulike masser, henholdsvis  $m$  og  $2m$ . Se figuren under.



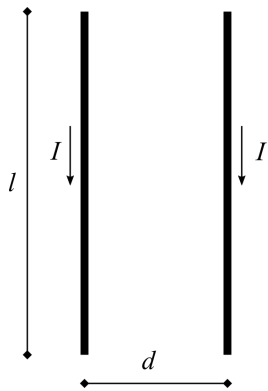
Hvilken påstand om partiklenes bevegelse i magnetfeltet er riktig?

Velg ett alternativ:

- ☐ De to partiklene går i en sirkelbane med samme radius.
- ☐ Partikkelen med masse  $2m$  går i en sirkelbane med dobbelt så stor radius som den med masse  $m$ .
- ☐ Partiklenes banefart øker med tiden.
- ☐ Partikkelen med masse  $2m$  går i en sirkelbane med halvparten så stor radius som den med masse  $m$ .
- ☐ Partiklenes banefart avtar med tiden.

Maks poeng: 1

- 34 To uendelig lange, parallelle, rette ledere i avstand  $d = 0,10 \text{ m}$  fører identisk strøm  $I$  i samme retning. På figuren under er en lengde  $l = 1,0 \text{ m}$  av lederne inntegnet.



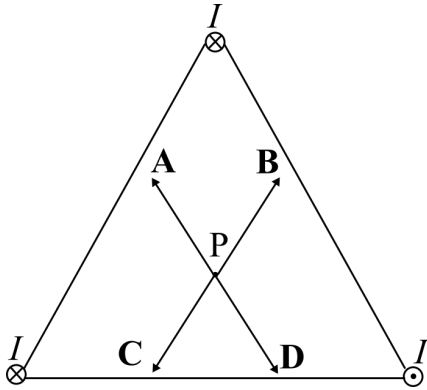
Hva må strømstyrken  $I$  være for at den magnetiske krafta mellom lederne over lengden  $l = 1,0 \text{ m}$  skal ha en verdi på  $1,0 \text{ N}$ ?

Velg ett alternativ:

- ☐ 7,1 kA
- ☐ 7,1 MA
- ☐ 7,1 A
- ☐ 0,71 kA
- ☐ 0,50 kA

Maks poeng: 1

- 35** Tre lange, rette og parallelle ledere er plasserte i hvert sitt hjørne i en likesidet trekant, og fører strøm som figuren under viser: to fører strøm inn i planet; én fører strøm ut av planet.



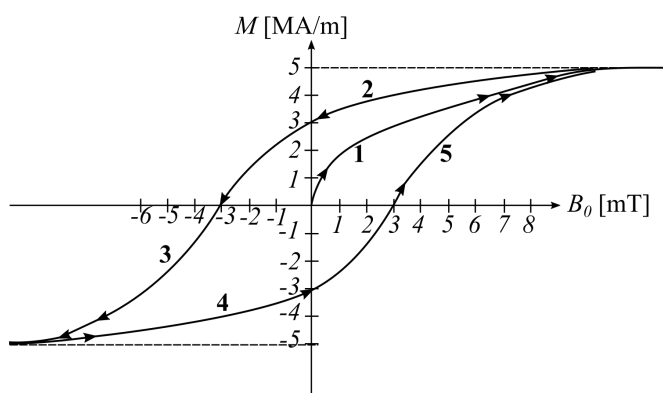
Hvilken retning A-D angir riktig retning for magnetfeltet i punkt P i sentrum av trekanten (ett alternativ angir at magnetfeltet er null)?

**Velg ett alternativ:**

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ Feltet i P er null

Maks poeng: 1

- 36 Et ferromagnetisk materiale magnetiseres av et ytre felt  $B_0$  og gjennomgår hysteresekurven **1-2-3-4-5**, som vist på figuren under. Kurven viser materialets magnetisering  $M$  i enheter **MA/m** som funksjon av det ytre feltet  $B_0$  i enheter **mT**.



Hvilken påstand om hhv. metningsmagnetiseringen  $M_s$  og restmagnetiseringen  $M_r$  er riktig?

Velg ett alternativ:

- ☐  $M_s = 3 \text{ MA/m}, M_r = 5 \text{ MA/m}$
- ☐  $M_s = 5 \text{ MA/m}, M_r = 0 \text{ MA/m}$
- ☐  $M_s = 5 \text{ MA/m}, M_r = 3 \text{ MA/m}$
- ☐  $M_s = 3 \text{ MA/m}, M_r = 3 \text{ MA/m}$
- ☐  $M_s = 0 \text{ MA/m}, M_r = 3 \text{ MA/m}$

Maks poeng: 1

- 37 Vi skal lage en vekselstrømskrets bestående av en vekselspenningskilde og en seriekobling av en motstand med resistans  $R = 1,0 \Omega$ , en spole med induktans  $L = 10 \text{ mH}$  og en kondensator med kapasitans  $C = 10 \text{ nF}$ .

Hva blir Q-faktoren for kretsen?

Velg ett alternativ:

- ☐ 10
- ☐  $10^3$
- ☐  $10^2$
- ☐  $10^4$
- ☐  $10^5$

Maks poeng: 1

- 38 En krets som består av en seriekobling av en motstand, en luftfylt spole og en kondensator, har en viss resonansfrekvens  $\omega_0$ .

Vi plasserer så en jernkjerne med relativ permeabilitet  $\mu_r = 10^4$  inne i spolen, mens kretsen ellers er uendret.

Hva blir kretsens nye resonansfrekvens?

Velg ett alternativ:

- ☐  $\frac{1}{1000} \omega_0$
- ☐  $\omega_0$  (uendret)
- ☐  $100 \omega_0$
- ☐  $\frac{1}{10000} \omega_0$
- ☐  $\frac{1}{100} \omega_0$

Maks poeng: 1

- 39 En vekselspenningskilde som leverer spenning  $V(t) = V_0 \sin(\omega t)$  er tilkoblet en seriekobling av en spole med induktans  $L = 1,0 \text{ mH}$  og en kondensator med kapasitans  $C = 1,0 \text{ mF}$ .

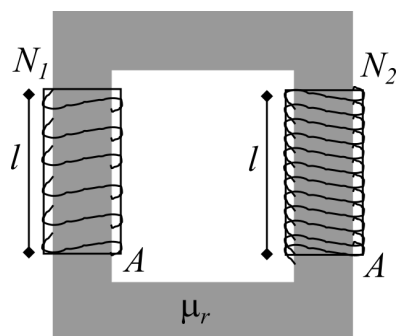
Hva blir strømamplituden i kretsen dersom  $V_0 = 12 \text{ V}$  og  $\omega = 2000 \text{ s}^{-1}$ ? [Hint: resistansfri RLC-krets.]

Velg ett alternativ:

- ☐ 1,0 mA
- ☐ 1,0 A
- ☐ 24 mA
- ☐ 8,0 A
- ☐  $2,5 \cdot 10^2 \text{ A}$

Maks poeng: 1

- 40 To spoler har samme sirkulære tverrsnitt  $A$  og lengde  $l$ , og hhv.  $N_1$  og  $N_2$  vindinger. De er forbundet med en ferromagnetisk kjerne med relativ permeabilitet  $\mu_r$ . Se figuren under.



ferromagnetisk kjerne

Vi ser bort fra alle former for tap i denne oppgaven.

Bestem den gjensidige induktansen mellom de to spolene. [Hint: anta at det går en strøm  $I$  i den ene spolen, som skaper en total fluks  $\Phi$  gjennom den andre. Den gjensidige induktansen er da  $M = \Phi/I$ .]

Velg ett alternativ:

- ☐  $M = \frac{N_1}{N_2} \mu_r \mu_0 A / l$
- ☐  $M = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \mu_r \mu_0 A / l$
- ☐  $M = N_1 N_2 \mu_r \mu_0 A / l$
- ☐  $M = (N_1 N_2)^2 \mu_r \mu_0 A / l$
- ☐  $M = \frac{N_2}{N_1} \mu_r \mu_0 A / l$

Maks poeng: 1