

Eksamen

22.05.2014

REA3005 Fysikk 2
Del 1 og del 2

Nynorsk

Eksamensinformasjon

Eksamenstid	<p>Eksamen består av del 1 og del 2. Oppgåvene for del 1 og del 2 er stifta saman og skal delast ut samtidig når eksamen startar.</p> <p>Svara for del 1 skal leverast inn etter 2 timar – ikkje før. Svara for del 2 skal leverast inn innan 5 timar.</p> <p>Du kan begynne å løyse oppgåvene i del 2 når som helst, men du kan ikkje bruke hjelpemiddel før etter 2 timar – etter at du har levert svara for del 1.</p>
Hjelpemiddel	<p>Del 1: Skrivesaker, passar, linjal og vinkelmålar er tillatne hjelpemiddel.</p> <p>Del 2: Alle hjelpemiddel er tillatne, bortsett frå Internett og andre verktøy som kan brukast til kommunikasjon.</p>
Bruk av kjelder	<p>Dersom du bruker kjelder i svaret ditt, skal dei alltid førast opp på ein slik måte at lesaren kan finne fram til dei.</p> <p>Du skal i så fall føre opp forfattar og fullstendig tittel. Dersom du bruker utskrift eller sitat frå Internett, skal du føre opp nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.</p>
Vedlegg som er stifta til oppgåva	<ol style="list-style-type: none">1 Faktavedlegg – kan brukast på både del 1 og del 2 av eksamen2 Formelvedlegg – kan brukast på både del 1 og del 2 av eksamen3 Eige svarskjema for oppgåve 1
Vedlegg som skal leverast inn	<p>Vedlegg 3, svarskjema for oppgåve 1, finn du heilt til sist i oppgåvesettet.</p>
Svarark	<p>Skriv svara for oppgåve 1 på eige svarskjema i vedlegg 3. Svarskjemaet skal rivast laus frå oppgåvesettet og leverast inn.</p> <p>(Du skal altså <i>ikkje</i> levere inn sjølve eksamensoppgåva med oppgåveteksten.)</p> <p>Skriv svara for alle dei andre oppgåvene på vanlege svarark.</p>
Informasjon om vurderinga	<p>Dei to delane av svaret, del 1 og del 2, blir vurderte under eitt.</p> <p>Karakteren ved sluttvurderinga fastsetjas etter ei heilskapleg vurdering av eksamenssvaret.</p>

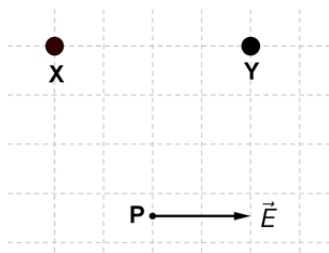
<p>Informasjon om fleirvalsoppgåva</p>	<p>Oppgåve 1 har fleirvalsoppgåver med fire svaralternativ: A, B, C og D. Det er berre <i>eitt</i> riktig svaralternativ for kvar fleirvalsoppgåve.</p> <p>Du blir ikkje trekt for feil svar. Dersom du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du meiner er mest korrekt. Du kan berre svare med <i>eitt</i> svaralternativ.</p> <p>Eksempel:</p> <p>Eininga N er det same som</p> <p>A. $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$</p> <p>B. $\frac{\text{kg m}}{\text{s}^2}$</p> <p>C. kg m s^2</p> <p>D. $\frac{\text{kg}}{\text{ms}^2}$</p> <p>Dersom du meiner at svar B er korrekt, skriv du "B" på svarskjemaet i vedlegg 3.</p>
---	---

Del 1

Oppgave 1 Fleirvalsoppgåver

Skriv svara for oppgave 1 på eige svarskjema i vedlegg 3.
(Du skal altså *ikkje* levere inn sjølve eksamensoppgåva med oppgåveteksten.)

- a) To ladningar X og Y har same absoluttverdi. Punktet P ligg like langt frå ladningane. Kva forteikn må ladningane X og Y ha for at det elektriske feltet i P får retning som vist i figuren under?



Alternativ	Ladning X	Ladning Y
A	Positiv	Positiv
B	Positiv	Negativ
C	Negativ	Positiv
D	Negativ	Negativ

- b) Ein satellitt går med konstant banefart i sirkelbane rundt jorda. Det gjer han fordi
- A. summen av kreftene på satellitten alltid peiker i fartsretninga
 - B. summen av kreftene på satellitten er null
 - C. sentripetalkrafta på satellitten er for liten
 - D. gravitasjonskrafta endrar fartsretninga til satellitten

- c) To kuler med same tetthet, men med ulik storleik er viste i figuren under. Kulene er berre påverka av gravitasjonskreftene mellom dei.



Dei blir haldne i ro, og blir sleppte. Vi ser på situasjonen ei stund etter at dei er sleppte. Kva for ein av storleikane under *må* ha den same verdien for begge kulene?

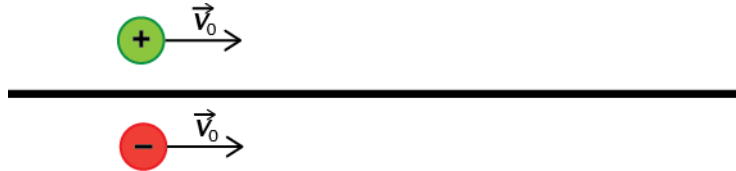
- A. akselerasjonen
 - B. farten
 - C. gravitasjonskrafta
 - D. den kinetiske energien
- d) Når avstanden mellom sentra til to kuleforma lekamar er r , er gravitasjonskrafta som verkar mellom dei, F . Dersom avstanden mellom sentra aukar til $3r$, blir gravitasjonskrafta

- A. $\frac{F}{9}$
- B. $\frac{F}{3}$
- C. $3F$
- D. $9F$

- e) Ein satellitt med masse m går i sirkelbane med radius R rundt ein planet med masse M . Den kinetiske energien til satellitten er

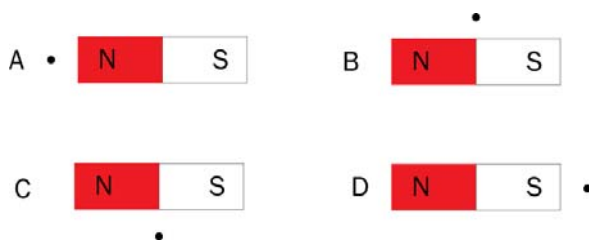
- A. $\frac{\gamma m M}{R}$
- B. $\frac{\gamma m M}{\sqrt{2}R}$
- C. $\frac{\gamma m M}{2R}$
- D. $\frac{\gamma m M}{4R}$

- f) To partiklar med motsett ladning beveger seg på kvar si side av ein lang, rett leiare. Det går i utgangspunktet ikkje straum i leiaren. Partiklane beveger seg parallelt med leiaren og har same fart.



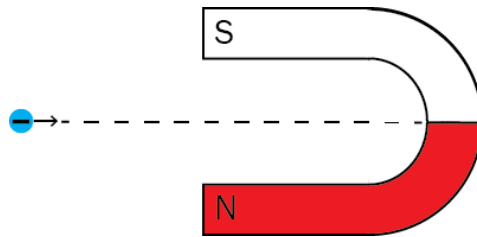
Vi set på ei spenning slik at det går ein straum gjennom leiaren. Straumen har same retning som farten til partiklane. Vi går ut frå at det berre er krafta som er forårsaka av magnetfeltet rundt leiaren som har noko å seie for bevegelsen til partiklane. Da vil

- A. begge partiklane bøyast av mot leiaren
 - B. begge partiklane bøyast av frå leiaren
 - C. begge partiklane bøyast av nedover
 - D. begge partiklane bøyast av oppover
- g) I figuren under er det vist eit punkt som er plassert på ulike stader i magnetfeltet frå ein stavmagnet. I kva figur vil magnetfeltet ved punktet vere retta mot venstre?

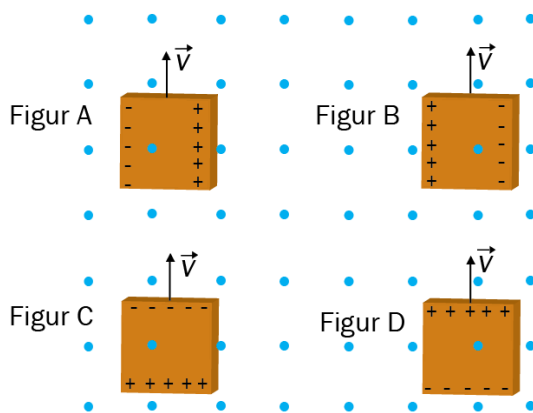


- A. berre figur A
- B. berre figur B
- C. figur B og C
- D. figur A og D

- h) Eit elektron beveger seg langs midtlinja inn mot ein hesteskomagnet som vist på figuren. Kva retning har krafta som verkar på elektronet?



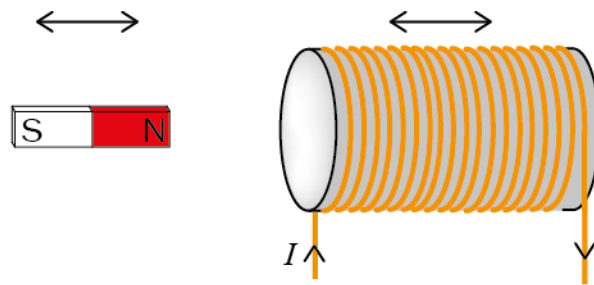
- A. inn i papiplanet
 - B. ut av papiplanet
 - C. oppover
 - D. nedover
- i) Eit leiarstykke beveger seg med farten \vec{v} gjennom eit homogent magnetfelt. Magnetfeltet peker ut av papiplanet. Farten og magnetfeltet står vinkelrett på kvarandre slik figuren viser.



Kva for ein av figurane viser riktig ladningsfordeling over leiarstykket?

- A. Figur A
- B. Figur B
- C. Figur C
- D. Figur D

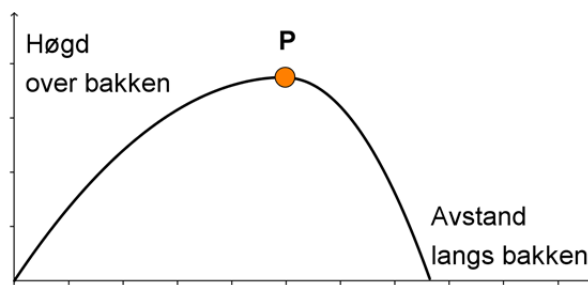
- j) Ein spole og ein stavmagnet beveger seg rettlinja i forhold til kvarandre.



Det blir indusert ein straum i spolen med retning slik figuren viser, dersom

- A. begge beveger seg med same fart mot venstre
 - B. magneten beveger seg mot høgre medan spolen er i ro
 - C. magneten beveger seg mot høgre og spolen beveger seg mot venstre
 - D. magneten beveger seg mot venstre og spolen beveger seg mot høgre
- k) I ein transformator er talet på vindingar på primærsida 20 og på sekundærsida 200. Spenninga blir transformert anten opp eller ned frå primærsida til sekundærsida. Straumen på primærsida er 5,0 A. Da er straumen på sekundærsida
- A. 0,50 A og spenninga blir transformert ned
 - B. 50 A og spenninga blir transformert ned
 - C. 0,50 A og spenninga blir transformert opp
 - D. 50 A og spenninga blir transformert opp

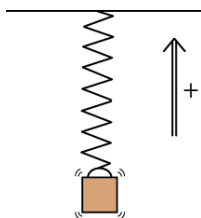
l) Figuren under viser banen til ei svært lett isoporkule.



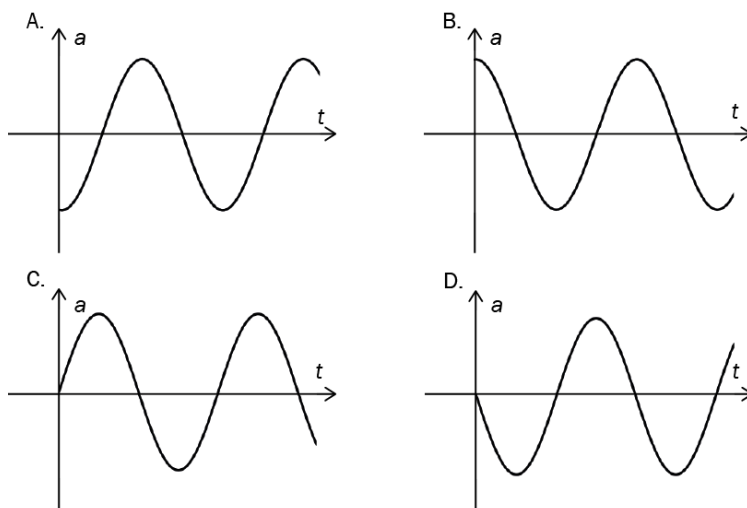
I punktet P er kula i det høgaste punktet i banen. Kva retning har akselerasjonen til isoporkula i P?

- A. ←
- B. →
- C. ↓
- D. ingen av alternativa over

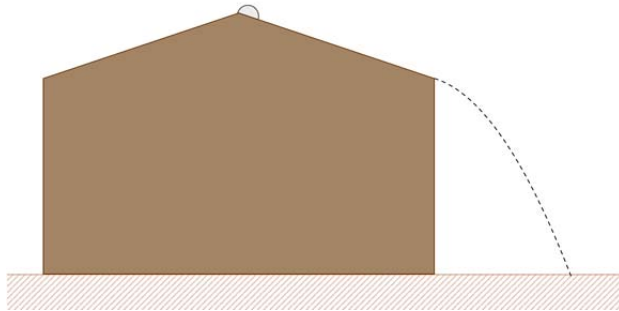
m) Ein elastisk pendel består av ein kloss som heng i ei fjør. Vi trekkjer klossen litt ned frå likevektsstillinga og slepper han slik at klossen svingar opp og ned. Positiv retning er oppover.



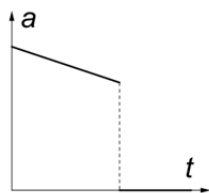
Kva for ein av grafane beskriv best akselerasjonen til klossen som funksjon av tida?



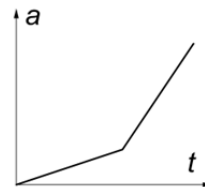
- n) Ein isklump sklir nedover eit skrått tak. Sjå figuren. Kva for ein av grafane under viser akselerasjonen til isklumpen som funksjon av tida frå han begynner å skli, til han treffer bakken? Vi ser bort frå luftmotstanden.



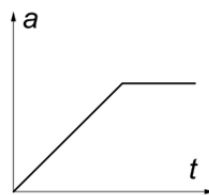
A.



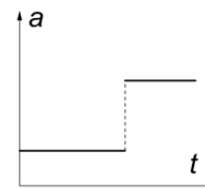
B.



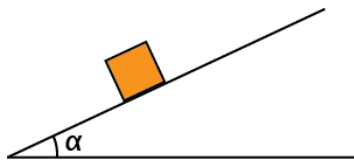
C.



D.



- o) Ein kloss med masse m ligg i ro på eit skråplan, sjå figuren. Vinkelen mellom skråplanet og horisontalplanet er α . Kor stor er friksjonskrafta?



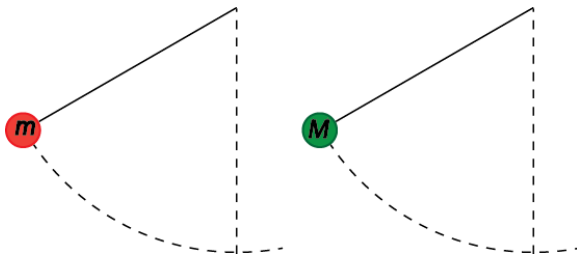
A. $mg \sin \alpha$

B. $mg \tan \alpha$

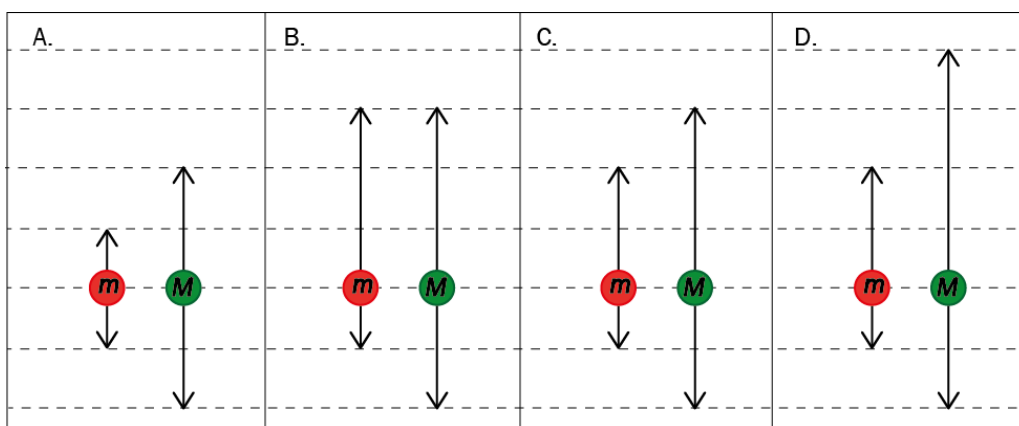
C. $\frac{G}{N}$

D. $G + N$

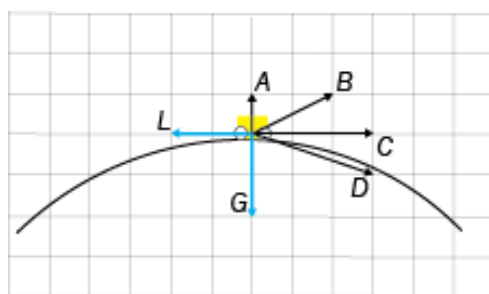
- p) To pendlar består av to kuler med masse m og M som heng i to like lange snorer. Vi slepper dei med stram snor frå like store høgder over underlaget.



Kva for ein av figurane under viser best kreftene som verkar på kulene når dei passerer det lågaste punktet i banen?



- q) Ein bil køyrer med konstant banefart over ein sirkelforma bakketopp. Luftmotstanden L og tyngda G som verkar på bilen, er teikna inn. I tillegg verkar éi anna kraft. Sjå figuren.



Kva for anna kraft i figuren over verkar på bilen?

- A. krafta A
- B. krafta B
- C. krafta C
- D. krafta D

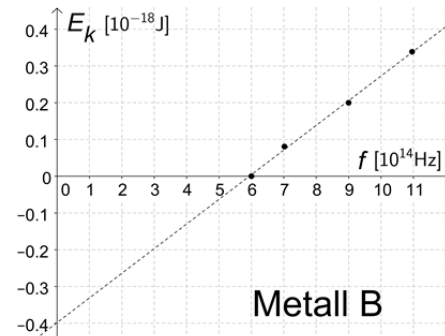
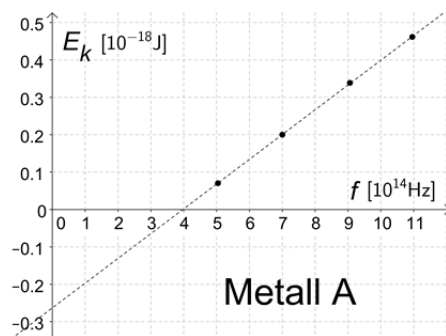
- r) Ei vogn beveger seg med farten v_0 mot høgre. Oppå vogna ligg det ein kloss med masse m . Vogna utan kloss har masse M . Vogna har ein utløysarmekanisme som skyt ut klossen slik at han får farten $2v_0$ mot høgre. Sjå figuren.



I kva for eit av tilfella under vil vogna bevege seg mot venstre etter utskytinga?

- A. $M = \frac{1}{2} m$
 - B. $M = m$
 - C. $M = 2m$
 - D. $M = 3m$
- s) Einsteins postulat for den spesielle relativitetsteorien inneber mellom anna at
- A. akselerasjonen er den same i alle referansesystem
 - B. lovene i fysikken ser like ut i alle referansesystem
 - C. alle referansesystem er tregleikssystem
 - D. lysfarten i vakuum er den same i alle tregleikssystem
- t) Foton blir sende mot eit metall utan at det blir sendt ut elektron frå overflata. Kva for ei av endringane under kan føre til at det blir sendt ut elektron?
- A. ei halvering av bølgjelengda til fotona
 - B. ei dobling av bølgjelengda til fotona
 - C. at det blir sendt ut halvparten så mange foton per sekund
 - D. at det blir sendt dobbelt så mange foton per sekund

- u) Punkta under viser sammenhengen mellom den kinetiske energien til lausrivne elektron og frekvensen til fotona frå eit forsøk med fotoelektrisk effekt i to ulike metall, A og B.



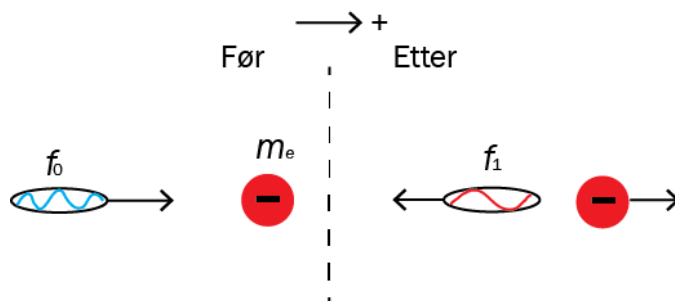
Ut frå desse resultata ser vi at

- A. metall A har størst lausrivingsarbeid og høgast grensefrekvens
 - B. metall A har størst lausrivingsarbeid og lågast grensefrekvens
 - C. metall A har minst lausrivingsarbeid og høgast grensefrekvens
 - D. metall A har minst lausrivingsarbeid og lågast grensefrekvens
- v) Desse påstandane P, Q og R om magnetisk resonans er gitt:
- P: I ei MR-undersøking blir det sendt eit radiosignal mot ein pasient som er plassert i eit sterkt magnetfelt.
- Q: I ei MR-undersøking blir resonansfrekvensen til elektron registrert.
- R: Strålinga som blir send ut frå pasienten, er avhengig av hydrogentettleiken i vevet. Kontrasten i biletet kjem av ulik tettleik av hydrogen i ulike vevstypar.

Kva for påstandar er riktige?

- A. berre P og Q
- B. berre P og R
- C. berre Q og R
- D. P, Q og R

- w) I ein Comptonstøyt treffer eit foton med frekvens f_0 eit elektron som er i ro. Etter støyten beveger elektronet seg med fart v rett mot høgre, og eit foton går tilbake i motsett retning med frekvens f_1 . Elektronet har masse m_e . Vi set positiv retning mot høgre. Sjå figuren.



Bevaringsloven for rørslemengd før og etter støyten er

- A. $\frac{hf_0}{c} = -\frac{hf_1}{c} + \gamma m_e v$
- B. $\frac{hf_0}{c} = \frac{hf_1}{c} + \gamma m_e v$
- C. $\frac{hf_0}{c} - m_e v = \frac{hf_1}{c} - \gamma m_e v$
- D. $hf_0 + m_e c^2 = hf_1 + \gamma m_e c^2$

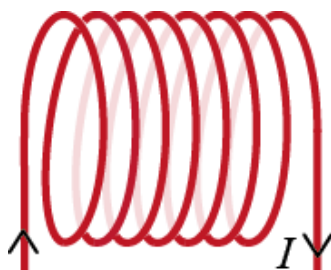
(γ : sjå vedlegg 2 side 47)

- x) Kva påstand er riktig?

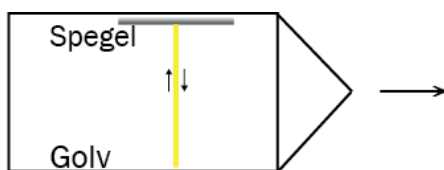
- A. Den sterke kjernekræfta blir formidla av leptonet.
- B. Den elektromagnetiske kræfta blir formidla av myonet.
- C. Eit foton formidlar kræftverknaden mellom to elektron.
- D. Gluonet formidlar den svake kjernekræfta.

Oppgave 2

- a) Teikne en figur som viser magnetfeltet i og rundt den straumførande spolen som er vist i figuren under. Beskriv feltet.

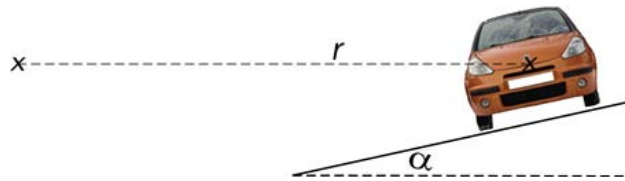


- b) Vi tenkjer oss eit romskip som beveger seg med konstant, vassrett fart parallelt med bakken under. Inne i romskipet blir eit lyssignal sendt loddrett opp i taket frå golvet og reflektert tilbake til same stad på golvet. Sjå figuren under. Ein astronaut i romskipet måler tida t_0 lyset bruker på veg opp og ned. På bakken rett under står ein observatør i ro og måler tida t for den same prosessen.



1. Bruk dette tankeeksperimentet, og forklar kort kvifor lyssignalet inne i romskipet vil gå ein *lengre* veg sett frå bakken enn sett frå romskipet.
2. Kvifor vil observatøren på bakken måle ei lengre tid for lyset, det vil seie at $t > t_0$?

c) Figuren under viser ein bil som køyrer gjennom ein dossert sving.



Dosseringsvinkelen er α . Bilen beveger seg i ein horisontal sirkel med radius r . Bilen har konstant fart utan at det verkar friksjon på tvers av retninga til bevegelsen.

1. Teikne kreftene som verkar på bilen.
2. Utlei eit uttrykk for farten bilen må ha.

d) Ida skal kaste ein ball over ein mur som er 1,5 meter høg. Ho kastar ballen med startfarten v_0 . Når ho slepper ballen, er han akkurat 1,5 m over det horisontale underlaget, og startfarten dannar vinkelen α med horisontalplanet. Vi ser bort frå luftmotstanden i denne oppgåva.



1. Vis at ballen får si største høgd etter tida $t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$.
2. Finn eit uttrykk for den lengste avstanden Ida kan ha frå muren for at ballen skal komme over muren når kastet blir utført slik som det er beskrive over.

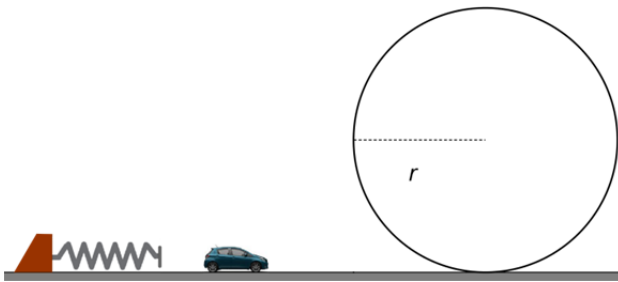
Del 2

Oppgave 3

Oppgava dreier seg om sirkelbevegelse, krefter og mekanisk energi.

I ein leiketøysbilbane blir bilane sette i bevegelse ved hjelp av ein fjørbasert utskytingsmekanisme. Fjora har fjørkonstant 200 N/m og bilen har masse 50 g .

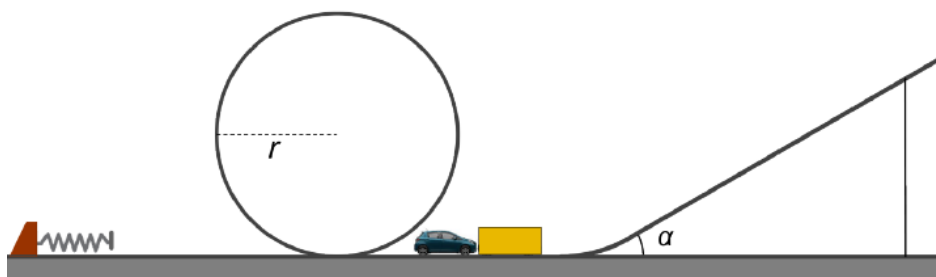
- a) Kor stor startfart kan leikebilen maksimalt få dersom fjøra er pressa inn 10 cm ?



Figur 1

Bilbanen har ein vertikal, sirkulær loop som ein del av banen. Sjå figur 1. Tenk deg at bilen har farten $4,0 \text{ m/s}$ ved inngangen til loopen. Sjå bort frå friksjon.

- b) Kor stor normalkraft vil verke på bilen i det øvste punktet i loopen dersom han har radius 25 cm ?
- c) Kva er den teoretisk største radien loopen kan ha dersom bilen skal følgje banen gjennom heile loopen?



Figur 2

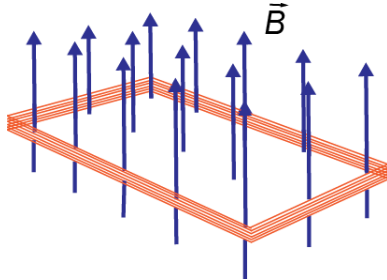
Etter at bilen har passert loopen, treffer han ein kloss som ligg i ro. Sjå figur 2. Etter støyten har bilen farten $1,0 \text{ m/s}$ framover. Klossen held fram oppover eit skråplan med hellingsvinkel $\alpha = 30^\circ$. På skråplanet verkar det friksjon på klossen. Friksjonstalet mellom kloss og bane er $0,20$. Massen til klossen er 100 g .

- d) Kor langt oppover skråplanet kan klossen maksimalt komme?

Oppgave 4

Oppgava dreier seg om induksjon.

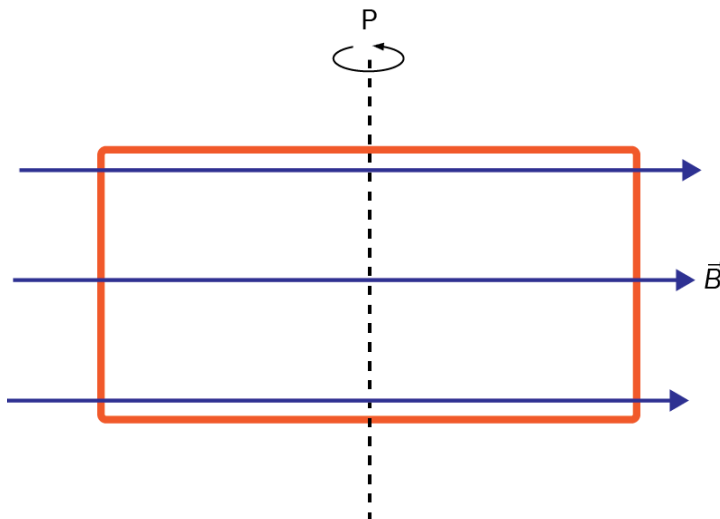
Ein rektangulært forma spole blir halden i ro i eit homogent magnetfelt som står vinkelrett på spoleplanet. Sjå figur 1. Spolen har 500 vindingar, og sidekantane er 2,00 cm og 4,00 cm. Magnetfeltet gjennom spolen minkar jamt med verdien 0,322 T/s.



Figur 1

- a) 1. Kor stor er den induserte emsen?
2. Kva retning har den induserte straumen? Teikne figur.

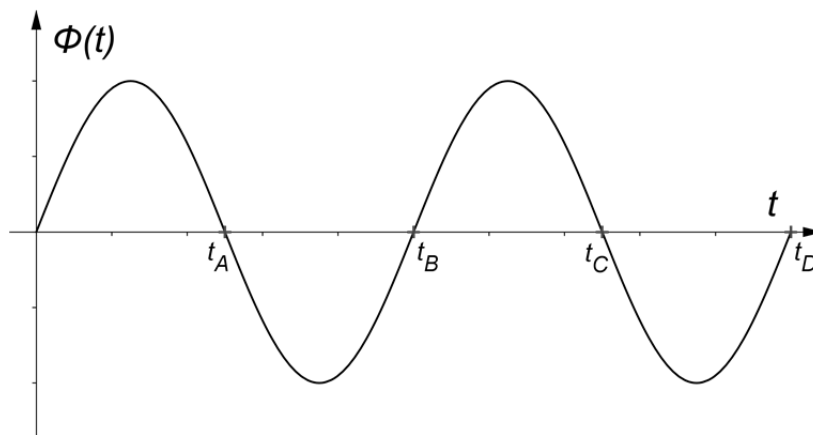
I resten av oppgåva har magnetfeltet B den konstante verdien 0,200 T. Spolen roterer no med ein konstant vinkelfart ω i magnetfeltet. Feltretninga og omdreiingsaksen P er vist i figur 2. P er plassert midt på dei lengste sidekantane. Det oppstår ei vekselspenning $\varepsilon_1(t)$ i spolen. Maksimalverdien for denne spenninga er 112 V.



Figur 2

- b) 1. Vis at vinkelfarten til spolen er $1,40 \cdot 10^3$ rad/s.
2. Kva er perioden T til denne vekselspenninga?

Figur 3 viser korleis fluksen varierer med tida frå $t = 0$ til $t = t_D$.



Figur 3

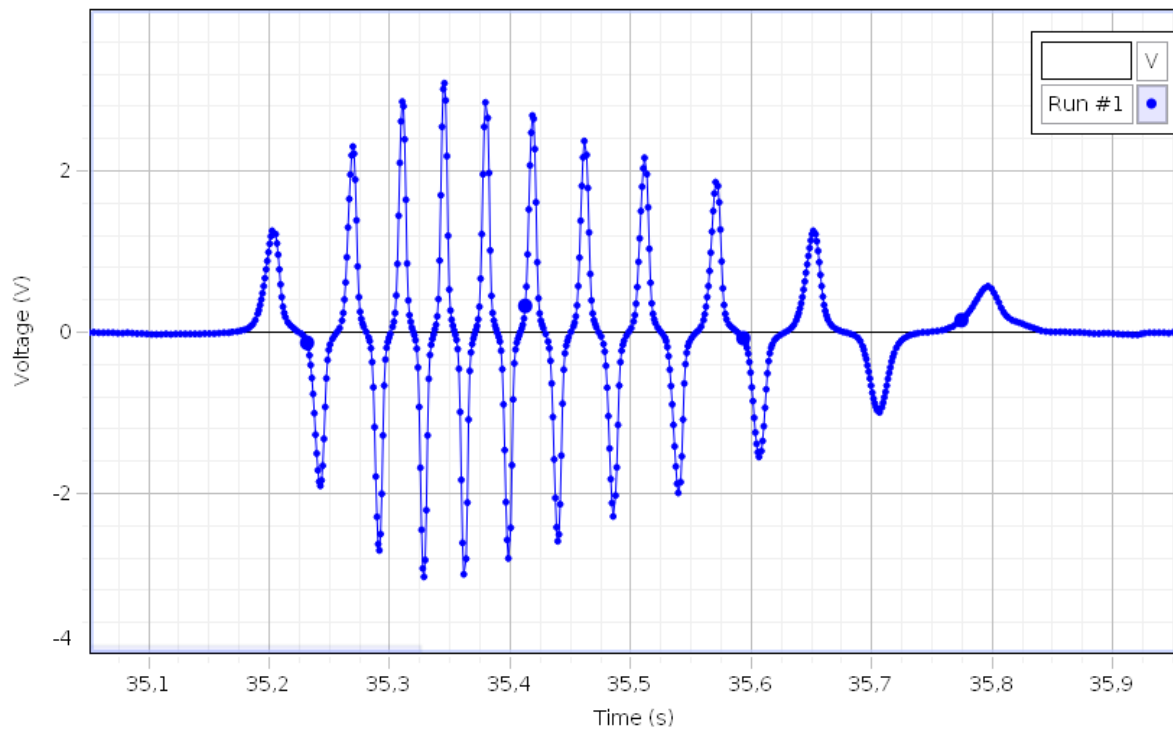
- c) 1. Skisser korleis emsen $\varepsilon_1(t)$ i spolen varierer i det same tidsrommet. Marker dei angitte tidene i figur 3 på grafen din. Vis også tydeleg maksimal- og minimalverdiane til grafen på 2.-aksen.
2. Vinkelfarten blir dobla, og det blir indusert ei ny vekselspanning $\varepsilon_2(t)$. Kva blir maksimalverdi og periode for $\varepsilon_2(t)$?

Ein sykkeldynamo verkar i prinsippet som den roterande spolen i figur 2. Dynamoen er festa slik at spolen roterer når sykkelhjulet går rundt. I eit forsøk er hjulet løfta over bakken. Vi dreg hjulet forsiktig i gang og slepper det slik at hjulet roterer ei stund før det stoppar. Sjå figur 4.



Figur 4

Ein dataloggar er kopla til dynamoen. Grafen i figur 5 viser spenning som funksjon av tid for denne bevegelsen.



Figur 5

- d) Bruk bevegelsen til sykkelhjulet til å forklare kvifor periode og amplitude varierer slik dei gjer i grafen i figur 5.

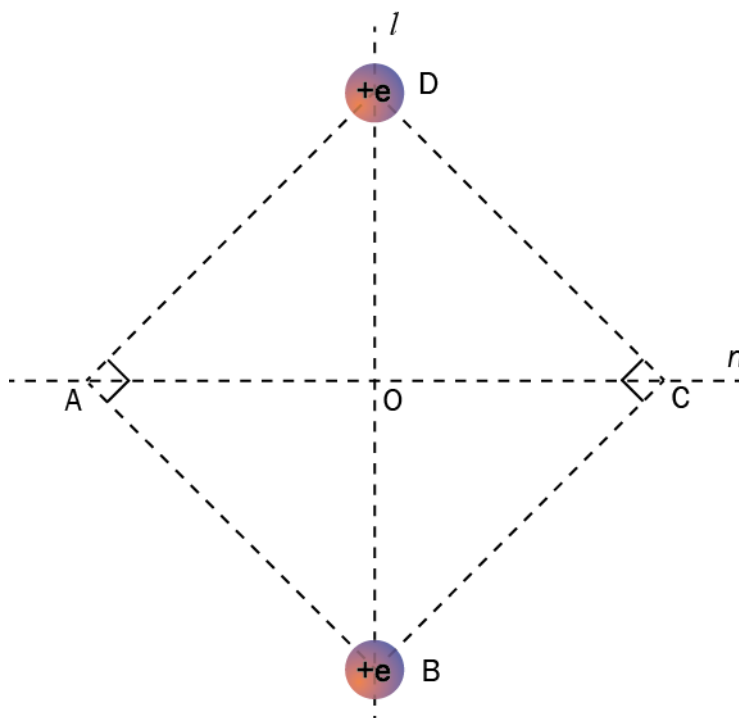
Oppgave 5

Oppgava dreier seg om ladningar og elektriske felt.

I denne oppgava ser vi bort frå alle andre enn dei elektriske kreftene.

- a) Ein partikkel har ladninga $-e$. Teikne ein figur som viser det elektriske feltet rundt partikkelen. Rekne ut den elektriske feltstyrken i avstanden 100 nm frå partikkelen.

I figuren under dannar ABCD eit kvadrat. Linjene l og n er diagonalane i kvadratet. Skjeringspunktet mellom l og n er O. I B og D er det plassert to partiklar som begge har ladning $+e$. Avstanden mellom dei er 200 nm. Sjå figuren under.



- b) Kva er den elektriske feltstyrken i punktet O?
- c) Kva er den elektriske feltstyrken i punkta A og C? Oppgi både verdi og retning.

Ein negativt ladd partikkel kjem inn frå venstre og beveger seg rettlinja langs linja n . Han blir berre påverka av det elektriske feltet vi har beskrive over.

- d) Kva er akselerasjonen til partikkelen i O?
- e) Beskriv bevegelsen til partikkelen på ferda frå A til C.

Bokmål

Eksamensinformasjon	
Eksamenstid	<p>Eksamen består av del 1 og del 2. Oppgavene for del 1 og del 2 er stiftet sammen og skal deles ut samtidig når eksamen starter.</p> <p>Besvarelsen for del 1 skal leveres inn etter 2 timer – ikke før. Besvarelsen for del 2 skal leveres inn innen 5 timer.</p> <p>Du kan begynne å løse oppgavene i del 2 når som helst, men du kan ikke bruke hjelpemidler før etter 2 timer – etter at du har levert besvarelsen for del 1.</p>
Hjelpemidler	<p>Del 1: Skrivesaker, passer, linjal og vinkelmåler er tillatte hjelpemidler.</p> <p>Del 2: Alle hjelpemidler er tillatt, bortsett fra Internett og andre verktøy som kan brukes til kommunikasjon.</p>
Bruk av kilder	<p>Hvis du bruker kilder i besvarelsen din, skal disse alltid oppgis på en slik måte at leseren kan finne fram til dem.</p> <p>Du skal i så fall oppgi forfatter og fullstendig tittel. Hvis du bruker utskrift eller sitat fra Internett, skal du oppgi nøyaktig nettadresse og nedlastingsdato.</p>
Vedlegg som er stiftet til oppgaven	<ul style="list-style-type: none">1 Faktavedlegg – kan brukes på både del 1 og del 2 av eksamen2 Formelvedlegg – kan brukes på både del 1 og del 2 av eksamen3 Eget svarskjema for oppgave 1
Vedlegg som skal leveres inn	<p>Vedlegg 3, svarskjema for oppgave 1, finner du helt bakerst i oppgavesettet.</p>
Svarark	<p>Skriv besvarelsen for oppgave 1 på eget svarskjema i vedlegg 3. Svarskjemaet skal rives løs fra oppgavesettet og leveres inn.</p> <p>(Du skal altså <i>ikke</i> levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.)</p> <p>Skriv besvarelsen for alle de andre oppgavene på vanlige svarark.</p>
Informasjon om vurderingen	<p>De to delene av besvarelsen, del 1 og del 2 vil bli vurdert som en helhet.</p> <p>Karakteren ved sluttvurderingen fastsettes etter en helhetlig vurdering av besvarelsen.</p>

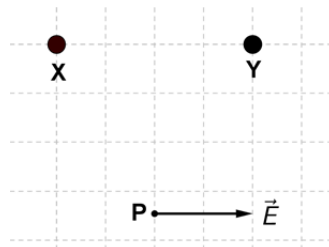
<p>Informasjon om flervalgsoppgaven</p>	<p>Oppgave 1 har flervalgsoppgaver med fire svaralternativer: A, B, C og D. Det er bare <i>ett</i> riktig svaralternativ for hver flervalgsoppgave.</p> <p>Du blir ikke trukket for feil svar. Hvis du er i tvil, bør du derfor skrive det svaret du mener er mest korrekt. Du kan bare svare med <i>ett</i> svaralternativ.</p> <p>Eksempel:</p> <p>Enheten N er det samme som</p> <p>A. $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$</p> <p>B. $\frac{\text{kg m}}{\text{s}^2}$</p> <p>C. kg m s^2</p> <p>D. $\frac{\text{kg}}{\text{ms}^2}$</p> <p>Hvis du mener at svar B er korrekt, skriver du "B" på svarskjemaet i vedlegg 3.</p>
--	---

Del 1

Oppgave 1 Flervalgsoppgaver

Skriv svarene for oppgave 1 på eget svarskjema i vedlegg 3.
(Du skal altså *ikke* levere inn selve eksamensoppgaven med oppgaveteksten.)

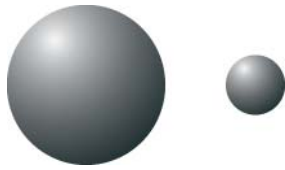
- a) To ladninger X og Y har samme absoluttverdi. Punktet P ligger like langt fra ladningene. Hvilket fortegn må ladningene X og Y ha for at det elektriske feltet i P får retning som vist i figuren under?



Alternativ	Ladning X	Ladning Y
A	Positiv	Positiv
B	Positiv	Negativ
C	Negativ	Positiv
D	Negativ	Negativ

- b) En satellitt går med konstant banefart i sirkelbane rundt jorda. Det gjør den fordi
- A. summen av kreftene på satellitten alltid peker i fartsretningen
 - B. summen av kreftene på satellitten er null
 - C. sentripetalkraften på satellitten er for liten
 - D. gravitasjonskraften endrer fartsretningen til satellitten

- c) To kuler med samme tetthet, men med ulik størrelse er vist i figuren under. Kulene er kun påvirket av gravitasjonskreftene mellom dem.



De holdes i ro, og blir sluppet. Vi ser på situasjonen en stund etter de er sluppet. Hvilken av størrelsene under *må* ha den samme verdien for begge kulene?

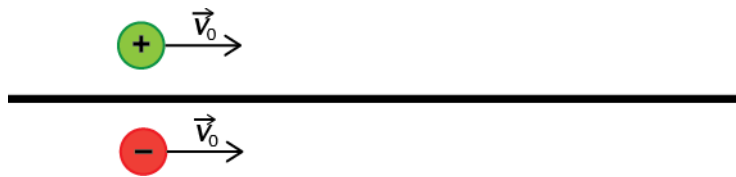
- A. akselerasjonen
 - B. farten
 - C. gravitasjonskraften
 - D. den kinetiske energien
- d) Når avstanden mellom sentrene til to kuleformede legemer er r , er gravitasjonskraften som virker mellom dem, F . Dersom avstanden mellom sentrene øker til $3r$, blir gravitasjonskraften

- A. $\frac{F}{9}$
- B. $\frac{F}{3}$
- C. $3F$
- D. $9F$

- e) En satellitt med masse m går i sirkelbane med radius R rundt en planet med masse M . Den kinetiske energien til satellitten er

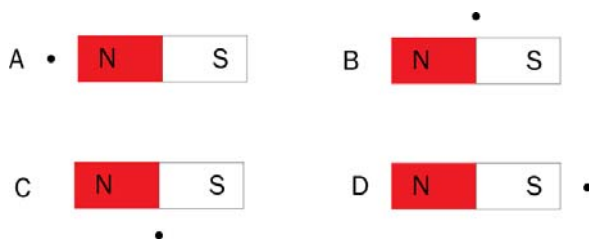
- A. $\frac{\gamma m M}{R}$
- B. $\frac{\gamma m M}{\sqrt{2}R}$
- C. $\frac{\gamma m M}{2R}$
- D. $\frac{\gamma m M}{4R}$

- f) To partikler med motsatt ladning beveger seg på hver sin side av en lang, rett leder. Det går i utgangspunktet ikke strøm i lederen. Partiklene beveger seg parallelt med lederen og har samme fart.



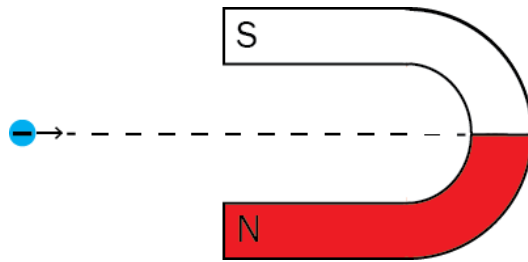
Vi setter på en spenning slik at det går en strøm gjennom lederen. Strømmen har samme retning som farten til partiklene. Vi antar at det bare er kraften forårsaket av magnetfeltet rundt lederen som har betydning for partiklenes bevegelse. Da vil

- A. begge partiklene avbøyes mot lederen
 - B. begge partiklene avbøyes fra lederen
 - C. begge partiklene avbøyes nedover
 - D. begge partiklene avbøyes oppover
- g) I figuren under er det vist et punkt som er plassert på ulike steder i magnetfeltet fra en stavmagnet. I hvilken figur vil magnetfeltet ved punktet være rettet mot venstre?



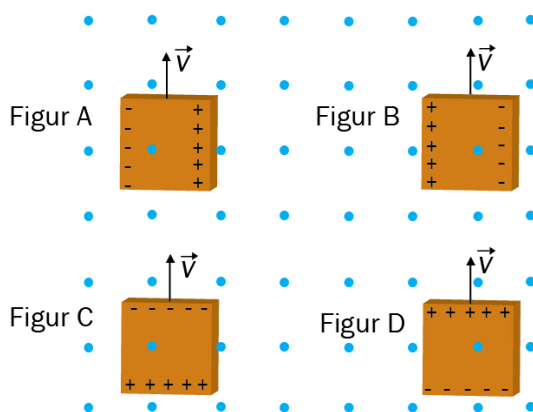
- A. bare figur A
- B. bare figur B
- C. figur B og C
- D. figur A og D

- h) Et elektron beveger seg langs midtlinjen inn mot en hesteskomagnet som vist på figuren. Hvilken retning har kraften som virker på elektronet?



- A. inn i papirplanet
- B. ut av papirplanet
- C. oppover
- D. nedover

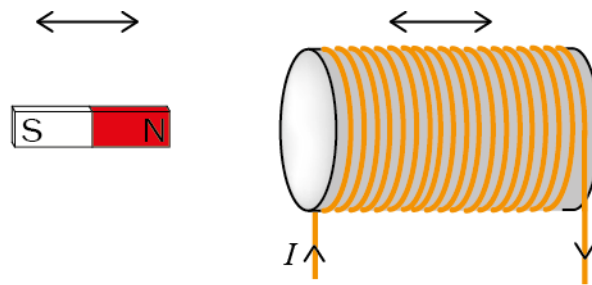
- i) Et lederstykke beveger seg med farten \vec{v} gjennom et homogent magnetfelt. Magnetfeltet peker ut av papirplanet. Farten og magnetfeltet står vinkelrett på hverandre som figuren viser.



Hvilken av figurene viser riktig ladningsfordeling over lederstykket?

- A. Figur A
- B. Figur B
- C. Figur C
- D. Figur D

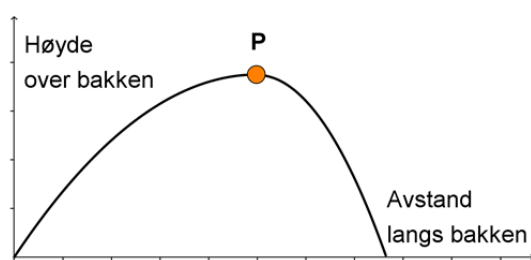
- j) En spole og en stavmagnet beveger seg rettlinjet i forhold til hverandre.



Det blir indusert en strøm i spolen med retning slik figuren viser, dersom

- A. begge beveger seg med samme fart mot venstre
 - B. magneten beveger seg mot høyre mens spolen er i ro
 - C. magneten beveger seg mot høyre og spolen beveger seg mot venstre
 - D. magneten beveger seg mot venstre og spolen beveger seg mot høyre
- k) I en transformator er antall vindinger på primærsiden 20 og på sekundærsiden 200. Spenningen blir transformert enten opp eller ned fra primærsiden til sekundærsiden. Strømmen på primærsiden er 5,0 A. Da er strømmen på sekundærsiden
- A. 0,50 A og spenningen blir transformert ned
 - B. 50 A og spenningen blir transformert ned
 - C. 0,50 A og spenningen blir transformert opp
 - D. 50 A og spenningen blir transformert opp

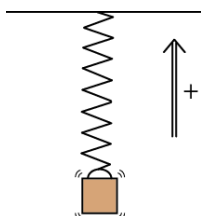
l) Figuren under viser banen til en svært lett isoporkule.



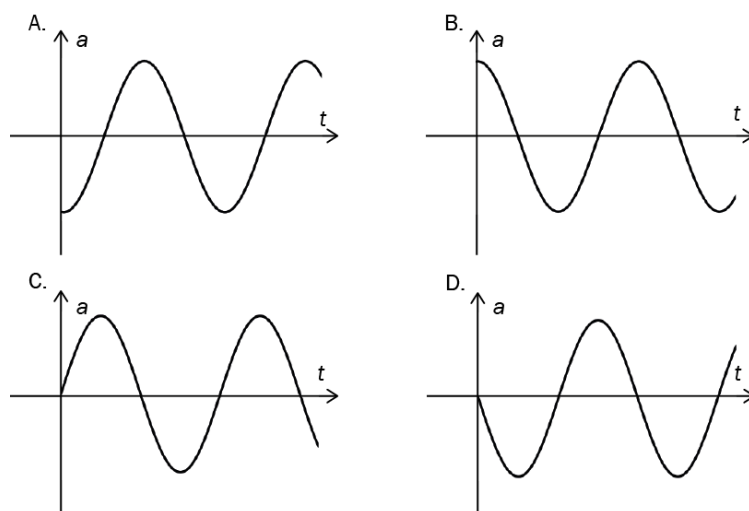
I punktet P er kula i det høyeste punktet i banen. Hvilken retning har akselerasjonen til isoporkula i P?

- A. ←
- B. →
- C. ↓
- D. ingen av alternativene over

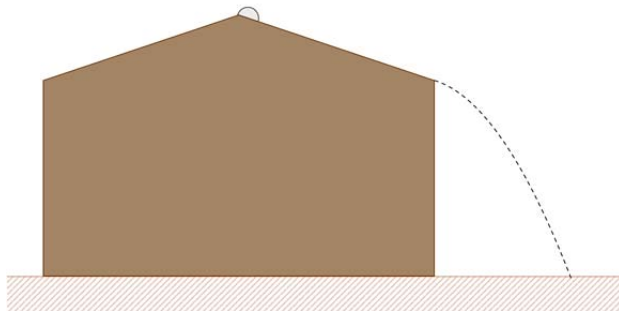
m) En elastisk pendel består av en kloss som henger i en fjær. Vi trekker klossen litt ned fra likevektsstillingen og slipper den slik at klossen svinger opp og ned. Positiv retning er oppover.



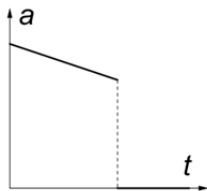
Hvilken av grafene beskriver best klossens akselerasjon som funksjon av tiden?



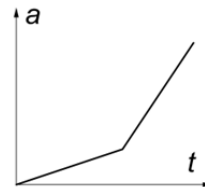
- n) En isklump sklir nedover et skrått tak. Se figuren. Hvilken av grafene under viser akselerasjonen til isklumpen som funksjon av tiden fra den starter å skli, til den treffer bakken? Vi ser bort fra luftmotstanden.



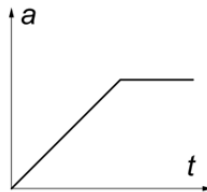
A.



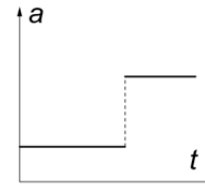
B.



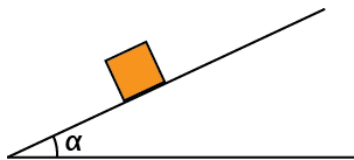
C.



D.



- o) En kloss med masse m ligger i ro på et skråplan, se figuren. Vinkelen mellom skråplanet og horisontalplanet er α . Hvor stor er friksjonskraften?



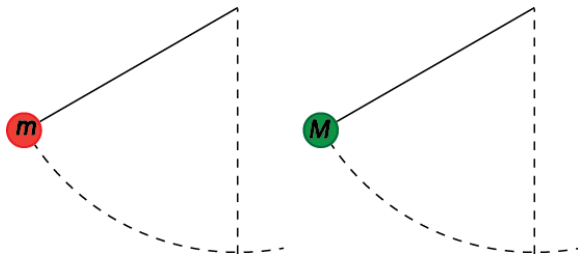
A. $mg \sin \alpha$

B. $mg \tan \alpha$

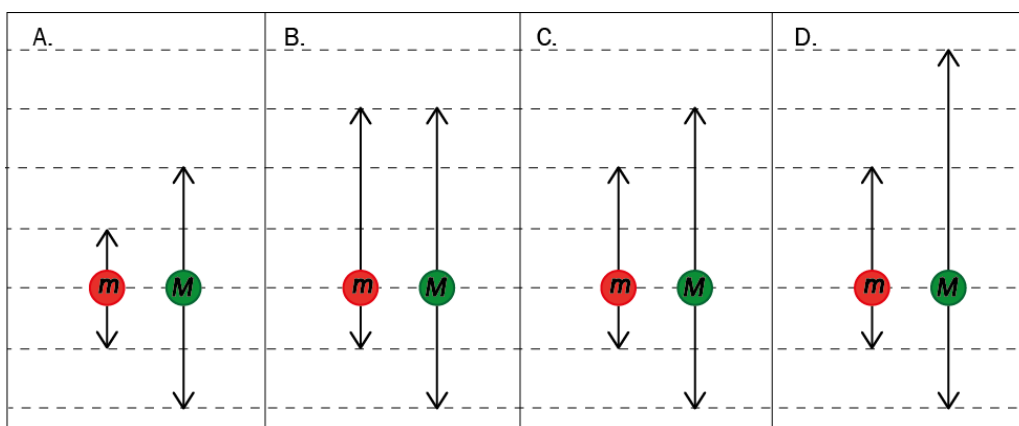
C. $\frac{G}{N}$

D. $G + N$

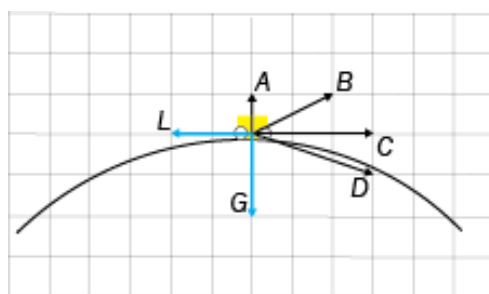
- p) To pendler består av to kuler med masse m og M som henger i to like lange snorer. Vi slipper dem med stram snor fra like store høyder over underlaget.



Hvilken av figurene under viser best kreftene som virker på kulene når de passerer det laveste punktet i banen?



- q) En bil kjører med konstant banefart over en sirkelformet bakketopp. Luftmotstanden L og tyngden G som virker på bilen, er tegnet inn. I tillegg virker én annen kraft. Se figuren.



Hvilken annen kraft i figuren over virker på bilen?

- A. kraften A
- B. kraften B
- C. kraften C
- D. kraften D

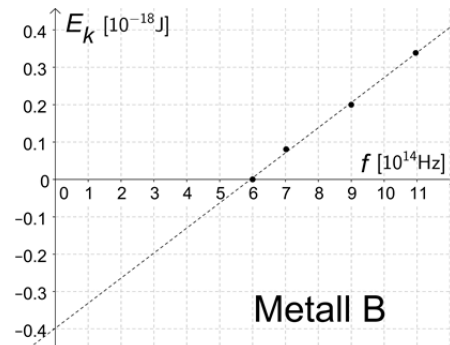
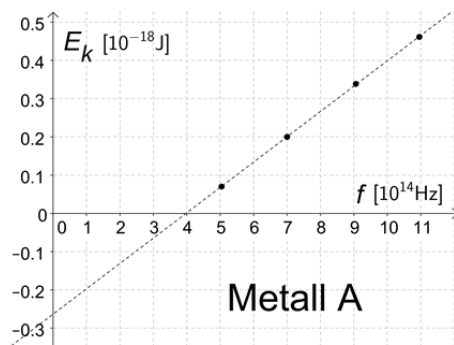
- r) En vogn beveger seg med farten v_0 mot høyre. Oppå vogna ligger det en kloss med masse m . Vogna uten kloss har masse M . Vogna har en utløsermekanisme som skyter ut klossen slik at den får farten $2v_0$ mot høyre. Se figuren.



I hvilket av tilfellene under vil vogna bevege seg mot venstre etter utskytingen?

- A. $M = \frac{1}{2}m$
 - B. $M = m$
 - C. $M = 2m$
 - D. $M = 3m$
- s) Einsteins postulater for den spesielle relativitetsteorien innebærer blant annet at
- A. akselerasjonen er den samme i alle referansesystemer
 - B. fysikkens lover ser like ut i alle referansesystemer
 - C. alle referansesystemer er treghetssystemer
 - D. lysfarten i vakuum er den samme i alle treghetssystemer
- t) Fotoner sendes mot et metall uten at det sendes ut elektroner fra overflaten. Hvilken av endringene under kan medføre at det sendes ut elektroner?
- A. en halvering av fotonenes bølgelengde
 - B. en dobling av fotonenes bølgelengde
 - C. at det sendes halvparten så mange fotoner per sekund
 - D. at det sendes dobbelt så mange fotoner per sekund

- u) Punktene under viser sammenhengen mellom den kinetiske energien til løsrevne elektroner og frekvensen til fotonene fra et forsøk med fotoelektrisk effekt i to forskjellige metaller, A og B.



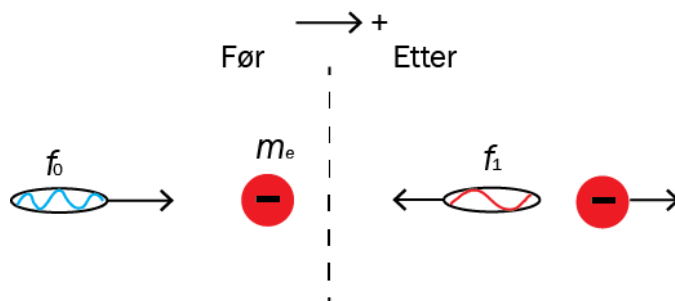
Ut fra disse resultatene ser vi at

- A. metall A har størst løsrivingsarbeid og høyest grensefrekvens
 - B. metall A har størst løsrivingsarbeid og lavest grensefrekvens
 - C. metall A har minst løsrivingsarbeid og høyest grensefrekvens
 - D. metall A har minst løsrivingsarbeid og lavest grensefrekvens
- v) Følgende påstander P, Q og R om magnetisk resonans er gitt:
- P: I en MR-undersøkelse sendes et radiosignal mot en pasient som er plassert i et sterkt magnetfelt.
- Q: I en MR-undersøkelse registreres resonansfrekvensen til elektroner.
- R: Strålingen som sendes ut fra pasienten, er avhengig av hydrogentettheten i vevet. Kontrasten i bildet skyldes ulik tetthet av hydrogen i ulike vevstyper.

Hvilke påstander er riktige?

- A. bare P og Q
- B. bare P og R
- C. bare Q og R
- D. P, Q og R

- w) I et Comptonstøt treffer et foton med frekvens f_0 et elektron som er i ro. Etter støtet beveger elektronet seg med fart v rett mot høyre, og et foton går tilbake i motsatt retning med frekvens f_1 . Elektronet har masse m_e . Vi setter positiv retning mot høyre. Se figuren.



Bevaringsloven for bevegelsesmengde før og etter støtet er

- A. $\frac{hf_0}{c} = -\frac{hf_1}{c} + \gamma m_e v$
- B. $\frac{hf_0}{c} = \frac{hf_1}{c} + \gamma m_e v$
- C. $\frac{hf_0}{c} - m_e v = \frac{hf_1}{c} - \gamma m_e v$
- D. $hf_0 + m_e c^2 = hf_1 + \gamma m_e c^2$

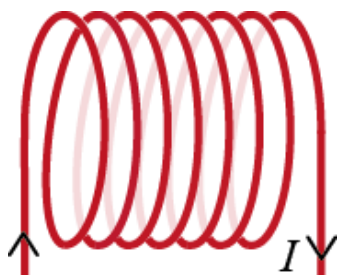
(γ : se vedlegg 2 side 47)

- x) Hvilken påstand er riktig?

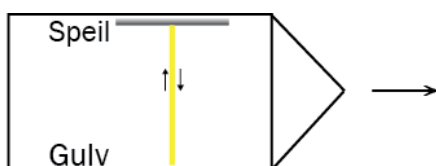
- A. Den sterke kjernekraften blir formidlet av leptonet.
- B. Den elektromagnetiske kraften blir formidlet av myonet.
- C. Et foton formidler kraftvirkningen mellom to elektroner.
- D. Gluonet formidler den svake kjernekraften.

Oppgave 2

- a) Tegn en figur som viser magnetfeltet i og rundt den strømførende spolen vist i figuren under. Beskriv feltet.

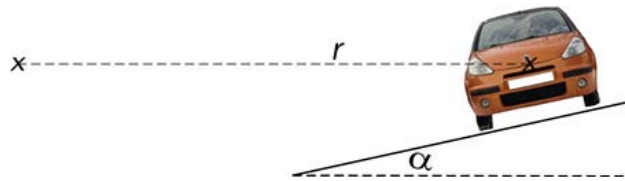


- b) Vi tenker oss et romskip som beveger seg med konstant, vannrett fart parallelt med bakken under. Innen i romskipet sendes et lyssignal loddrett opp i taket fra gulvet og blir reflektert tilbake til samme sted på gulvet. Se figuren. En astronaut i romskipet måler tiden t_0 lyset bruker på vei opp og ned. På bakken rett under står en observatør i ro og måler tiden t for den samme prosessen.



1. Bruk dette tankeeksperimentet, og forklar kort hvorfor lyssignalet inne i romskipet vil gå en *lengre vei* sett fra bakken enn sett fra romskipet.
2. Hvorfor vil observatøren på bakken måle en lengre tid for lyset, det vil si at $t > t_0$?

c) Figuren under viser en bil som kjører gjennom en dossert sving.



Dosseringsvinkelen er α . Bilen beveger seg i en horisontal sirkel med radius r . Bilen har konstant fart uten at det virker friksjon på tvers av bevegelsesretningen.

1. Tegn kreftene som virker på bilen.
2. Utled et uttrykk for farten bilen må ha.

d) Ida skal kaste en ball over en mur som er 1,5 meter høy. Hun kaster ballen med startfarten v_0 . Når hun slipper ballen, er den akkurat 1,5 m over det horisontale underlaget, og startfarten danner vinkelen α med horisontalplanet. Vi ser bort fra luftmotstanden i denne oppgaven.



1. Vis at ballen får sin største høyde etter tiden $t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$.
2. Finn et uttrykk for den lengste avstanden Ida kan ha fra muren for at ballen skal komme over muren når kastet utføres slik som beskrevet over.

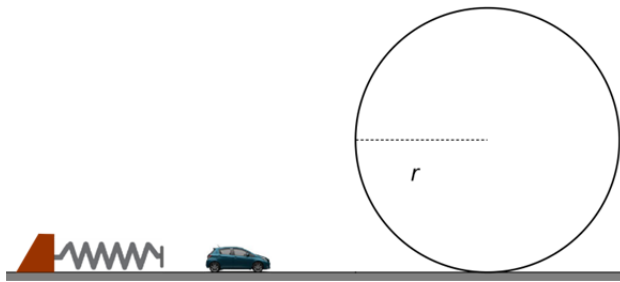
Del 2

Oppgave 3

Oppgaven dreier seg om sirkelbevegelse, krefter og mekanisk energi.

I en leketøysbilbane blir bilene satt i bevegelse ved hjelp av en fjærbasert utskytingsmekanisme. Fjæra har fjærkonstant 200 N/m og bilen har masse 50 g .

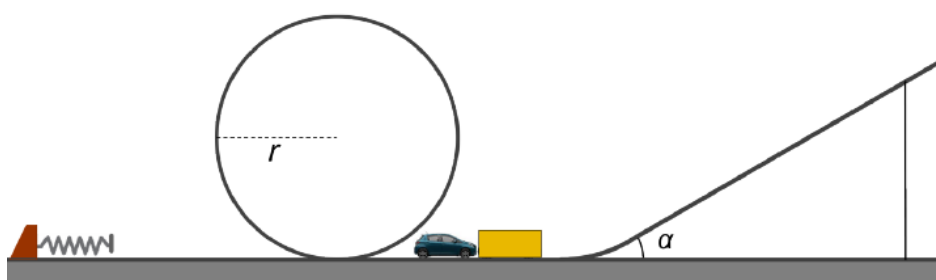
- a) Hvor stor startfart kan lekebilen maksimalt få dersom fjæra er presset inn 10 cm ?



Figur 1

Bilbanen har en vertikal, sirkulær loop som en del av banen. Se figur 1. Anta at bilen har farten $4,0 \text{ m/s}$ ved inngangen til loopen. Se bort fra friksjon.

- b) Hvor stor normalkraft vil virke på bilen i det øverste punktet i loopen dersom den har radius 25 cm ?
- c) Hva er den teoretisk største radien loopen kan ha dersom bilen skal følge banen gjennom hele loopen?



Figur 2

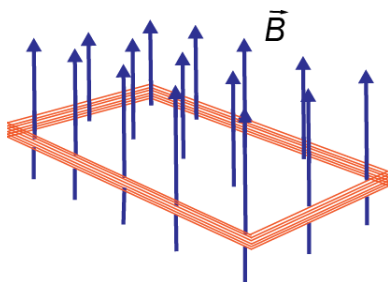
Etter at bilen har passert loopen, treffer den en kloss som ligger i ro. Se figur 2. Etter støtet har bilen farten $1,0 \text{ m/s}$ framover. Klossen fortsetter oppover et skråplan med helningsvinkel $\alpha = 30^\circ$. På skråplanet virker det friksjon på klossen. Friksjonstallet mellom kloss og bane er $0,20$. Massen til klossen er 100 g .

- d) Hvor langt oppover skråplanet kan klossen maksimalt komme?

Oppgave 4

Oppgaven dreier seg om induksjon.

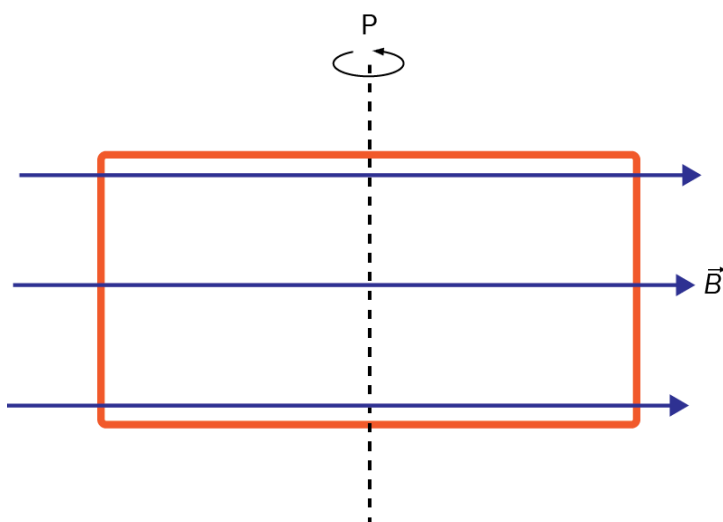
En rektangulært formet spole holdes i ro i et homogent magnetfelt som står vinkelrett på spoleplanet. Se figur 1. Spolen har 500 vindinger, og sidekantene er 2,00 cm og 4,00 cm. Magnetfeltet gjennom spolen avtar jevnt med verdien 0,322 T/s.



Figur 1

- a) 1. Hvor stor er den induserte emsen?
2. Hvilken retning har den induserte strømmen? Tegn figur.

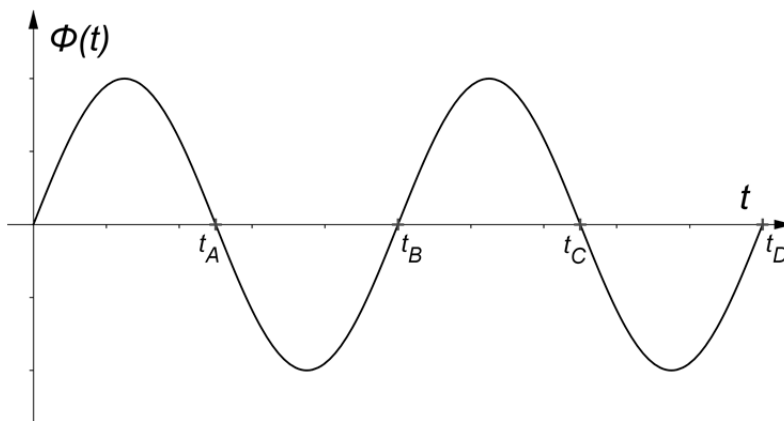
I resten av oppgaven har magnetfeltet B den konstante verdien 0,200 T. Spolen roterer nå med en konstant vinkelfart ω i magnetfeltet. Feltretningen og omdreiningsaksen P er vist i figur 2. P er plassert midt på de lengste sidekantene. Det oppstår en vekselspenning $\varepsilon_1(t)$ i spolen. Maksimalverdien for denne spenningen er 112 V.



Figur 2

- b) 1. Vis at vinkelfarten til spolen er $1,40 \cdot 10^3$ rad/s.
2. Hva er perioden T til denne vekselspenningen?

Figur 3 viser hvordan fluksen varierer med tiden fra $t = 0$ til $t = t_D$.



Figur 3

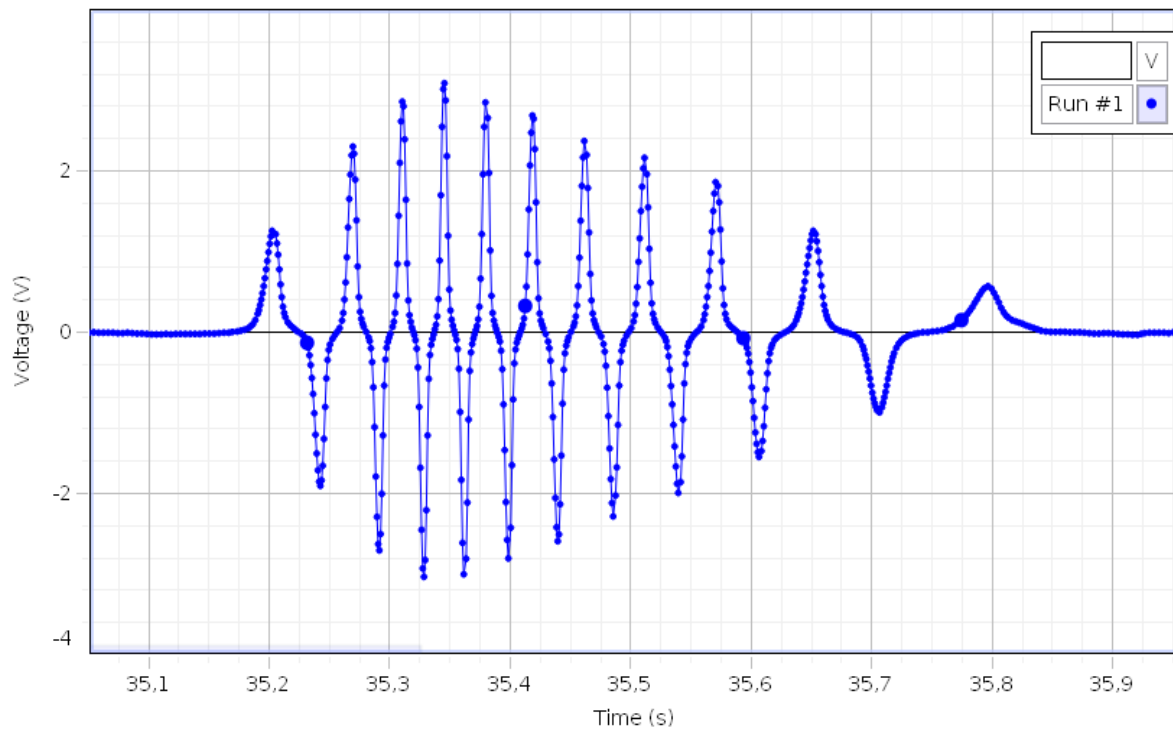
- c) 1. Skisser hvordan emsen $\varepsilon_1(t)$ i spolen varierer i det samme tidsrommet. Marker de angitte tidene i figur 3 på grafen din. Vis også tydelig maksimal- og minimalverdiene til grafen på 2.-aksen.
2. Vinkelfarten dobles, og det induseres en ny vekselspanning $\varepsilon_2(t)$. Hva blir maksimalverdi og periode for $\varepsilon_2(t)$?

En sykkel-dynamo virker i prinsippet som den roterende spolen i figur 2. Dynamoen er festet slik at spolen roterer når sykkelhjulet går rundt. I et forsøk er hjulet løftet over bakken. Vi drar hjulet forsiktig i gang og slipper det slik at hjulet roterer en stund før det stopper. Se figur 4.



Figur 4

En datalogger er koblet til dynamoen. Grafen i figur 5 viser spenning som funksjon av tid for denne bevegelsen.



Figur 5

- d) Bruk bevegelsen til sykkelhjulet til å forklare hvorfor periode og amplitude varierer slik de gjør i grafen i figur 5.

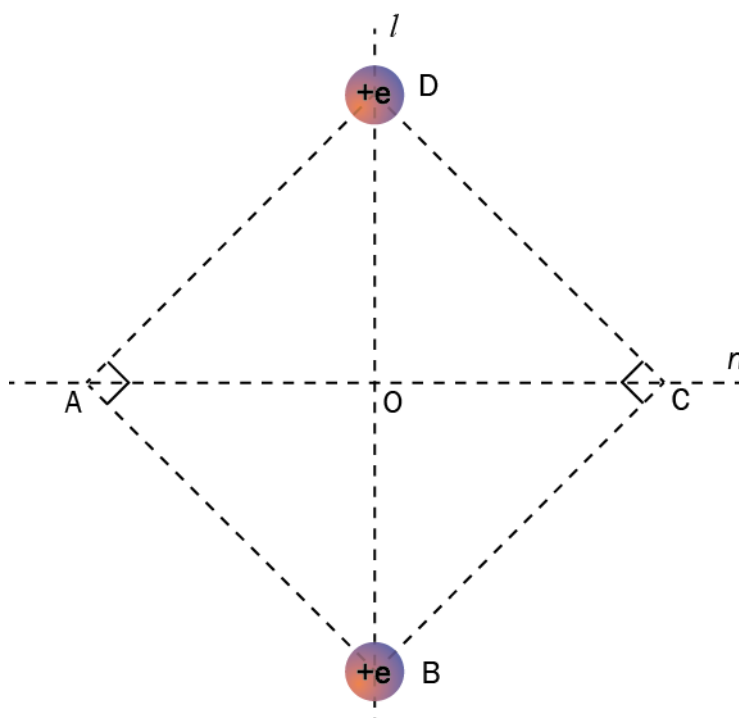
Oppgave 5

Oppgaven dreier seg om ladninger og elektriske felt.

I denne oppgaven ser vi bort fra alle andre enn de elektriske kreftene.

- a) En partikkel har ladningen $-e$. Tegn en figur som viser det elektriske feltet rundt partikkelen. Regn ut den elektriske feltstyrken i avstanden 100 nm fra partikkelen.

I figuren under danner ABCD et kvadrat. Linjene l og n er diagonalene i kvadratet. Skjæringspunktet mellom l og n er O. I B og D er det plassert to partikler som begge har ladning $+e$. Avstanden mellom dem er 200 nm. Se figuren under.



- b) Hva er den elektriske feltstyrken i punktet O?
- c) Hva er den elektriske feltstyrken i punktene A og C? Oppgi både verdi og retning.

En negativt ladet partikkel kommer inn fra venstre og beveger seg rettlinjert langs linja n . Den blir bare påvirket av det elektriske feltet vi har beskrevet over.

- d) Hva er partikkelens akselerasjon i O?
- e) Beskriv partikkelens bevegelse på ferden fra A til C.

Faktavedlegg som er tillate brukt ved eksamen i fysikk 2

Kan brukast under både del 1 og del 2 av eksamen.

Jorda

Ekvatorradius	6378 km
Polradius	6357 km
Middelradius	6371 km
Masse	$5,974 \cdot 10^{24}$ kg
Standardverdien til tyngdeakselerasjonen	$9,80665 \text{ m/s}^2$
Rotasjonstid	23 h 56 min 4,1 s
Omløpstid om sola	$1 \text{ a} = 3,156 \cdot 10^7 \text{ s}$
Middelavstand frå sola	$1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$

Sola

Radius	$6,95 \cdot 10^8 \text{ m}$
Masse	$1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

Månen

Radius	1 738 km
Masse	$7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
Tyngdeakselerasjon ved overflata	$1,62 \text{ m/s}^2$
Middelavstand frå jorda	$3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$

Planetane og Pluto

Planet	Masse, 10^{24} kg	Ekvator-radius, 10^6 m	Midlare solavstand, 10^9 m	Rotasjonstid, d	Siderisk omløpstid ⁺ , a	Massetettleik, 10^3 kg/m ³	Tyngde- akselerasjon på overflata, m/s ²
Merkur	0,33	2,44	57,9	58,6	0,24	5,4	3,7
Venus	4,9	6,05	108	243*	0,62	5,2	8,9
Jorda	6,0	6,38	150	0,99	1,00	5,5	9,8
Mars	0,64	3,40	228	1,03	1,88	3,9	3,7
Jupiter	1900	71,5	778	0,41	11,9	1,3	25
Saturn	568	60,3	1429	0,45	29,5	0,7	10
Uranus	87	25,6	2871	0,72*	84,0	1,3	8,9
Neptun	103	24,8	4504	0,67	165	1,6	11
Pluto	0,013	1,2	5914	6,39*	248	2,1	0,6

* Retrograd rotasjonsretning, dvs. motsett rotasjonsretning av den som er vanleg i solsystemet.

⁺ Omløpstid målt i forhold til stjernehimlen.

IAU bestemte i 2006 at Pluto ikkje lenger skulle reknast som ein *planet*.

Nokre konstantar

Fysikkonstantar	Symbol	Verdi
Atommasseeininga	u	$1,66 \cdot 10^{-27}$ kg
Biot-Savart-konstanten	k_m	$2 \cdot 10^{-7}$ N/A ² (eksakt)
Coulombkonstanten	k_e	$8,99 \cdot 10^9$ N · m ² /C ²
Elementærladninga	e	$1,60 \cdot 10^{-19}$ C
Gravitasjonskonstanten	γ	$6,67 \cdot 10^{-11}$ N · m ² /kg ²
Lysfarten i vakuum	c	$3,00 \cdot 10^8$ m/s
Planckkonstanten	h	$6,63 \cdot 10^{-34}$ Js

Massar	Symbol	Verdi
Elektronmassen	m_e	$9,1094 \cdot 10^{-31}$ kg = $5,4858 \cdot 10^{-4}$ u
Nøytronmassen	m_n	$1,6749 \cdot 10^{-27}$ kg = 1,0087 u
Protonmassen	m_p	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ kg = 1,0073 u
Hydrogenatomet	m_H	$1,6817 \cdot 10^{-27}$ kg = 1,0078 u
Heliumatomet	m_{He}	$6,6465 \cdot 10^{-27}$ kg = 4,0026 u
Alfapartikkel (Heliumkjerne)	m_α	$6,6447 \cdot 10^{-27}$ kg = 4,0015 u

Data for nokre elementærpartiklar

Partikkel	Symbol	Kvark-samansetning	Elektrisk ladning /e	Anti-partikkel
Lepton				
Elektron	e^-		-1	e^+
Myon	μ^-		-1	μ^+
Tau	τ^-		-1	τ^+
Elektronnøytrino	ν_e		0	$\bar{\nu}_e$
Myonnøytrino	ν_μ		0	$\bar{\nu}_\mu$
Taunøytrino	ν_τ		0	$\bar{\nu}_\tau$
Kvark				
Opp	u	u	+2/3	\bar{u}
Ned	d	d	-1/3	\bar{d}
Sjarm	c	c	+2/3	\bar{c}
Sær	s	s	-1/3	\bar{s}
Topp	t	t	+2/3	\bar{t}
Botn	b	b	-1/3	\bar{b}
Meson				
Ladd pi-meson	π^-	$\bar{u}d$	-1	π^+
Nøytralt pi-meson	π^0	$u\bar{u}, d\bar{d}$	0	π^0
Ladd K-meson	K^+	$u\bar{s}$	+1	K^-
Nøytralt K-meson	K^0	$d\bar{s}$	0	\bar{K}^0
Baryon				
Proton	p	uud	+1	\bar{p}
Nøytron	n	udd	0	\bar{n}
Lambda	Λ^0	uds	0	$\bar{\Lambda}^0$
Sigma	Σ^+	uus	+1	$\bar{\Sigma}^+$
Sigma	Σ^0	uds	0	$\bar{\Sigma}^0$
Sigma	Σ^-	dds	-1	$\bar{\Sigma}^-$
Ksi	Ξ^0	uss	0	$\bar{\Xi}^0$
Ksi	Ξ^-	dss	-1	$\bar{\Xi}^-$
Omega	Ω^-	sss	-1	$\bar{\Omega}^-$

Formelvedlegg tillatt brukt ved eksamen i fysikk 2

Kan brukes på både del 1 og del 2 av eksamen.

Formler og definisjoner fra fysikk 1 som kan være til hjelp

$v = \lambda f$	$f = \frac{1}{T}$	$\rho = \frac{m}{V}$	$P = Fv$
$I = \frac{Q}{t}$	$R = \frac{U}{I}$	$P = UI$	$E_0 = mc^2$
A_ZX , der X er grunnstoffets kjemiske symbol, Z er antall protoner i kjernen og A er antall nukleoner i kjernen			$s = \frac{1}{2}(v_0 + v)t$ $v^2 - v_0^2 = 2as$

Formler og sammenhenger fra fysikk 2 som kan være til hjelp

$\lambda = \frac{h}{p}$	$p = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$	$hf_{maks} = eU$
$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	$t = \gamma t_0$	$p = \gamma mv$
$E = \gamma mc^2$	$E_k = E - E_0 = (\gamma - 1)mc^2$	$E = \frac{U}{d}$
$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$	$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$	$\varepsilon = vB\ell$
$\omega = 2\pi f$	$U = U_m \sin \omega t$, der $U_m = nBA\omega$	$U_s I_s = U_p I_p$
$\frac{U_s}{U_p} = \frac{N_s}{N_p}$	$hf = W + E_k$	$F_m = k_m \frac{I_1 I_2}{r} \ell$

Formler fra matematikk som kan være til hjelp

Likninger

Formel for løsning av andregradslikninger	$ax^2 + bx + c = 0 \Leftrightarrow x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$
---	--

Derivasjon

Kjerneregel	$(g(u))' = g'(u) \cdot u'$
Sum	$(u+v)' = u' + v'$
Produkt	$(u \cdot v)' = u' \cdot v + u \cdot v'$
Kvotient	$\left(\frac{u}{v}\right)' = \frac{u' \cdot v - u \cdot v'}{v^2}$
Potens	$(x^r)' = r \cdot x^{r-1}$
Sinusfunksjonen	$(\sin x)' = \cos x$
Cosinusfunksjonen	$(\cos x)' = -\sin x$
Eksponentialfunksjonen e^x	$(e^x)' = e^x$

Integrasjon

Konstant utenfor	$\int k \cdot u(x) \, dx = k \cdot \int u(x) \, dx$
Sum	$\int (u+v) \, dx = \int u \, dx + \int v \, dx$
Potens	$\int x^r \, dx = \frac{x^{r+1}}{r+1} + C, \quad r \neq -1$
Sinusfunksjonen	$\int \sin kx \, dx = -\frac{1}{k} \cos kx + C$
Cosinusfunksjonen	$\int \cos kx \, dx = \frac{1}{k} \sin kx + C$
Eksponentialfunksjonen e^x	$\int e^{kx} \, dx = \frac{1}{k} e^{kx} + C$

Geometri

$\sin v = \frac{\text{motstående katet}}{\text{hypotenus}}$ $\cos v = \frac{\text{hosliggende katet}}{\text{hypotenus}}$ $\tan v = \frac{\text{motstående katet}}{\text{hosliggende katet}}$	$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$ $\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b} = \frac{\sin C}{c}$
Areal og omkrets av sirkel: $A = \pi r^2$ $O = 2\pi r$	Overflate og volum av kule: $A = 4\pi r^2$ $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

Vektorer

Skalarprodukt	$\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{a} \cdot \vec{b} \cdot \cos u$ $[x_1, y_1, z_1] \cdot [x_2, y_2, z_2] = x_1 \cdot x_2 + y_1 \cdot y_2 + z_1 \cdot z_2$
Vektorprodukt	$ \vec{a} \times \vec{b} = \vec{a} \cdot \vec{b} \cdot \sin u$ $\vec{a} \times \vec{b}$ står vinkelrett på \vec{a} og vinkelrett på \vec{b} \vec{a}, \vec{b} og $\vec{a} \times \vec{b}$ danner et høyrehåndssystem

(Blank side)

(Blank side)

Vedlegg 3
Svarskjema
Oppgave 1 / Oppgave 1

Kandidatnummer.: _____

Skole: _____

Oppgave 1 / Oppgave 1	Svaralternativ A, B, C eller D?
a)	
b)	
c)	
d)	
e)	
f)	
g)	
h)	
i)	
j)	
k)	
l)	
m)	
n)	
o)	
p)	
q)	
r)	
s)	
t)	
u)	
v)	
w)	
x)	

*Vedlegg 3 skal leverast kl. 11.00 saman med svaret for oppgave 2.
Vedlegg 3 skal leveres kl. 11.00 sammen med besvarelsen for oppgave 2*

Schweigaards gate 15
Postboks 9359 Grønland
0135 OSLO
Telefon 23 30 12 00
utdanningsdirektoratet.no