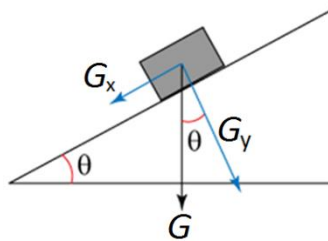


Sensurveiledning

Emnekode: LGU51007		Emnenavn: Naturfag 1 (5-10) – emne 1, deleksamen fysikk
Semester: høst	År: 2016	Eksamenstype: ordinær, individuell skriftlig

Oppgaveteksten:

Oppgave 1 (12 av 36 poeng)



Et legeme på et skråplan. Gravitasjonskraften (G) er tegnet som en lang pil, og dekomponert i to krefter G_x og G_y .

Figuren over viser et legeme på et skråplan. Blant andre krefter, virker gravitasjonskraften G på legemet. Gravitasjonskraften kan dekomponeres som en sum av to krefter, derav en av dem parallell til planet (G_x), og den andre rett vinkelrett til planet (G_y). På figuren vises gravitasjonskraften G ved en lang pil som peker rett ned, mens komponentene G_x og G_y vises ved to kortere piler som er rett vinkelrett på hverandre.

Besvar følgende spørsmål. Vis din tankegang. Gjør beregninger der det er nødvendig; det kreves presis bruk av enheter i beregningene.

Dersom legemets masse er 100 gram, og vinkelen θ er 45 grader,

- a. Dersom legemet ikke er i bevegelse,
 - i. Regn ut størrelsen av normalkraften fra planet. I hvilken retning peker den?
 - ii. Regn ut størrelsen av hvilefriksjonskraften. I hvilken retning peker den?
 - iii. Tegn en figur som viser normalkraften N , friksjonskraften R , samt de to gravitasjonskreftene G_x og G_y .
- b. Legemet akselererer ned skråplanet med akselerasjon på $1,0 \text{ m/s}^2$,
 - i. Hvor stor er den totale kraften som legemet har i retning ned skråplanet?
 - ii. I utgangspunktet er legemet i ro (dvs, $v_0 = 0$). Hva er legemets kinetiske energi før og etter det har tilbakelagt 100 m ned skråplanet?
 - iii. I utgangspunktet har legemet en vertikal høyde på 150 m over havflaten. Hvor mye potensiell energi har legemet før og etter det har tilbakelagt 100 m ned skråplanet?
 - iv. Svarene til (ii) og (iii) er ikke like. Forklar tydelig hvorfor dette er i samsvar med energibevaringsloven.

Hint: For delene a.i, a.ii og b.iii over, kan du bruke enten trigonometri eller den pytagoreiske læresetning.

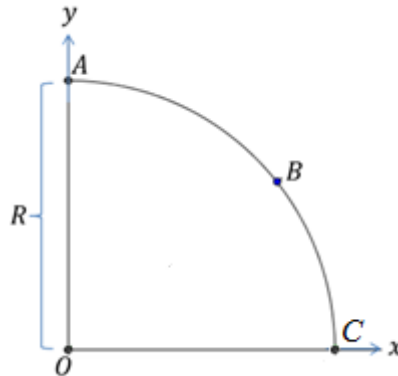
Oppgave 2 (4 av 36 poeng)

En gass mottar en varme på 14 kJ og gjør samtidig et arbeid på 4,2 kJ på omgivelsene.

- Regn ut endringen i gassens indre energi.
- Regn ut virkningsgraden hvis systemet er en varmedrevet maskin.
- Har gassens volum økt i prosessen? Eller har det blitt mindre? Begrunn svaret. Svar uten riktig begrunnelse får ingen uttelling.

Oppgave 3 (4 av 36 poeng)

Et legeme med masse $m = 2$ kg glir på en friksjonsfri halvkuleflate med radius $R = 5$ m. Legemet starter øverst på kulen (punkt A) med hastighet $v_0 = 5$ m/s.



- Regn ut arbeidet gjort av tyngdekraften mens massen glir fra punkt A til punkt C .
- Regn ut farten v når kulen når punktet C .

Oppgave 4 (4 av 36 poeng)

Tegn et kvalitativt riktig fasediagram for vann. Forklar diagrammet.

Oppgave 5 (6 av 36 poeng)

Et lodd opphengt i en fjær (se figur) settes i bevegelse slik at det svinger opp og ned. Når loddet svinger fritt svinger det opp og ned med 40 hele svingeperioder i løpet av ett minutt.



- a. Bruk denne situasjonen til å forklare begrepene amplitude, likevekt, periode og frekvens.
- b. Hva blir perioden og frekvensen til svingningene?
- c. Forklar hva som menes med egenfrekvens.
- d. Hvor stor er egenfrekvensen i dette tilfellet?

Oppgave 6 (6 av 36 poeng)

- a. Forklar forskjellen på langsølger (longitudinale bølger) og tversølger (transversale bølger), og gi et eksempel på hver av disse to bølgeformene.
- b. Tegn en figur som viser en tversølge med bølgelengde 2.0 meter og amplitude 1,5 meter. Velg en hensiktsmessig målestokk, og merk av i tegningen bølgelengden og amplituden.
- c. Bølgen i del b) over er en vannølge med bølgefart 1,6 meter i sekundet. Hva blir frekvensen og perioden til bølgen?
- d. Når bølgen kommer inn på grunnere vann reduseres bølgefarten. Hva skjer med frekvensen og bølgelengden?

Eksamenskrav:

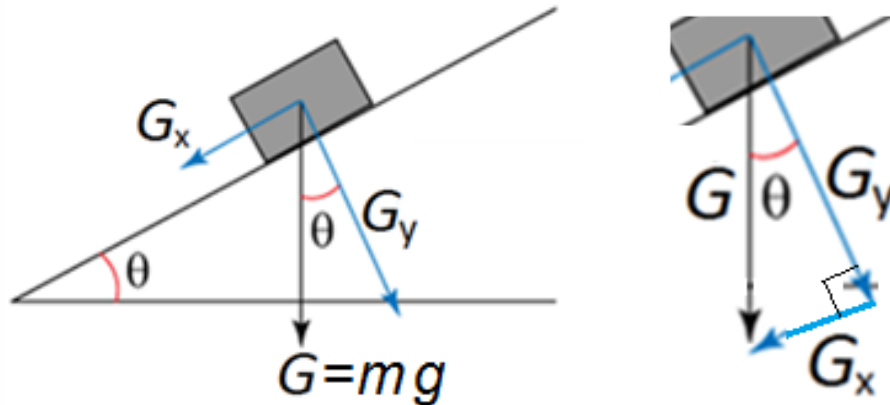
Dette er et fasitforslag.

Oppgave 1 (12 av 36 poeng)**a.i. (2 poeng)**

Da legemet ikke akselererer langs retningen som er rettvisklet til planet, da er den totale kraften i den retning lik null (ifølge Newtons 2. lov). Dette er fordi det finnes en normalkraft N som peker i motsatt retning av tyngdekomponenten G_y , og har lik størrelse som G_y .

$$N = G_y.$$

Størrelsen til kraften G_y kan vi finne med trigonometri:



$$\cos(\theta) = \frac{G_y}{G} \Rightarrow G_y = G \cos(\theta) = m g \cos(\theta)$$

Ifølge oppgavesetningen er legemets masse m lik 100 gram eller 0,1 kilogram, og skråplanets vinkelen θ er lik 45 grader. Tyngdeakselerasjonen g er 9,81 m/s². Vi kan ta disse verdiene inn i uttrykkene ovenfor å få:

$$G_y = m g \cos(\theta) = 0,1 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,69 \text{ kg m/s}^2 = 0,69 \text{ N}$$

Det er også mulig å finne G_y ved å bruke Pytagoras' setning. Da vinkelen er 45 grader (halvparten av 90 grader), da må begge kreftene G_x og G_y være helt lik hverandre. Da kan vi si at $G_x^2 + G_y^2 = G^2$, som vil si at $2G_y^2 = G^2$, eller $G_y^2 = \frac{G^2}{2}$, eller $G_y = \frac{G}{\sqrt{2}}$. Resultatet man får er, som med trigonometri, at $G_y = 0,69 \text{ N}$.

Da normalkraften N er like stor som G_y , men i motsatt retning, kan vi oppsummere med at Normalkraften har størrelse på 0,69 Newton, og den peker rettvisklet til skråplanets overflate i motsatt retning av G_y .

a.ii. (2 poeng)

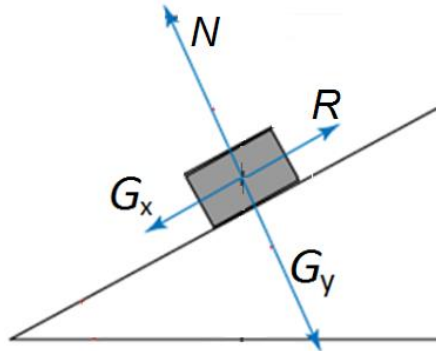
Da legemet ikke akselererer langs skråplanet, da er den totale kraften i den retning lik null (ifølge Newtons 2. lov). Dette er fordi det finnes en friksjonskraft R som peker i motsatt retning av tyngdekomponenten G_x og har lik størrelse som G_x .

$$R = G_x.$$

Like argumenter som i del (a) over kan brukes (med sinus i stedet for cosinus) for å konkludere at Friksjonskraften har størrelse på 0,69 Newton, og den peker langs skråplanets i motsatt retning av G_x .

a.iii. (1 poeng)

Tegningen under viser at den totale kraften er null i alle retninger, fordi N og G_y balanserer hverandre, mens G_x og R også balanserer hverandre.



b.i. (1 poeng)

Ifølge Newtons 2. lov er den totale kraften F_{tot} lik masse ganger akselerasjonen. Hvis legemets akselerasjon ned skråplanet er $a = 1 \text{ m/s}^2$ og legemets masse er $m = 0,1 \text{ kg}$, da er den totale kraften gitt av

$$F_{tot} = m a = 0,1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0,1 \text{ N.}$$

Den totale kraften som legemet opplever i retningen ned skråplanet har størrelse 0,1 N.

b.ii. (2 poeng)

Før legemet tilbakelegger 100 m ned skråplanet er det i ro. Derfor er dets kinetiske energi lik null. Etter at legemet akselererer ned skråplanet og tilbakelegger 100 m, vil det ha fart v , og dermed kinetisk energi E_k gitt av $E_k = \frac{1}{2} m v^2$. For å finne farten v mens vi bare vet startfarten $v_0 = 0$, akselerasjonen $a = 1 \text{ m/s}^2$ og strekningen $s = 100 \text{ m}$, da kan vi bruke bevegelseslikningen

$$v^2 = v_0^2 + 2as = 0 + 2 \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 100 \text{ m} = 200 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}.$$

Verdien for v^2 kan vi ta direkte inn i formelen for den kinetiske energien:

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,1 \text{ kg} \cdot 200 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 10 \text{ J.}$$

Da er konklusjonen at:

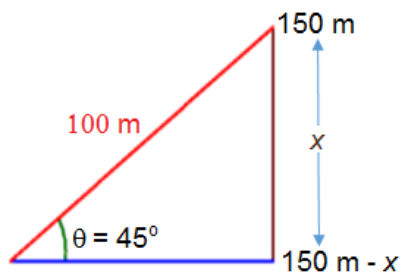
Før det har tilbakelagt 100 m ned skråplanet er legemets kinetiske energi lik null. Etter at det har tilbakelagt 100 m ned skråplanet er dets kinetiske energi lik 10 J.

b.iii. (2 poeng)

Før legemet tilbakelegger 100 m ned skråplanet, har det en vertikal høyde $h_0 = 150 \text{ m}$ over havflaten. Hvis vi setter nullnivået på havflaten, da har legemet potensiell energi $E_{p,0}$ gitt av

$$E_{p,0} = m g h_0 = 0,1 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 150 \text{ m} = 147,15 \text{ J.}$$

Mens legemet glir 100 m ned skråplanet, taper det vertikal høyde, og dermed taper det potensiell energi. For å finne den potensielle energien etter at legemet har tilbakelagt 100 m ned skråplanet, kan vi bruke trigonometri:



$$\sin(45^\circ) = \frac{x}{100 \text{ m}} \Rightarrow x = 100 \text{ m} \cdot \sin(45^\circ) = 70,71 \text{ m}$$

Vi kunne også ha fått dette resultatet fra Pytagoras setning, de vi vet begge katetene er like lang, og $(100 \text{ m})^2 = x^2 + x^2$

Den nye høyde h er da $h = 150 \text{ m} - 70,71 \text{ m} = 79,29 \text{ m}$.

Og den nye potensielle energien E_p er gitt av

$$E_p = mgh = 0,1 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 79,29 \text{ m} = 77,78 \text{ J}.$$

Da kan vi oppsummere med at

Før det har tilbakelagt 100 m ned skråplanet er legemets potensielle energi lik 147,15 J. Etter at det har tilbakelagt 100 m ned skråplanet er dets potensielle energi lik 77,78 J.

b.iv. (2 poeng)

Fra delene (ii) og (iii) over konkluderer vi at legemet har mistet mer potensiell energi enn det har vunnet kinetisk energi. Mens den potensielle energien gikk ned fra 147 J til 78 J (dvs 69 J til sammen), økte den kinetiske energi fra 0 til bare 10 J. Det virker som 59 Joule har forsvunnet i prosessen....

Vi forventer at energien skal bevares. Men det ser ut som ikke alle den potensielle energien ble omformet til kinetisk energi. Hva skjedde til de 59 Joule som mangler? Forsvant de?

Energi forsvinner aldri. Allikevel observerer vi at legemer som glir ned skråplan taper mekanisk (potensiell pluss kinetisk) energi mens de glir ned. Dette skyldes friksjonskrefter mellom legemets og skråplanets overflate. Det finnes en total friksjonskraft som peker i motsatt retning til forflytningen, derfor er arbeidet som denne kraften gjør negativt (mekanisk energi tas fra systemet). Derksom vi skulle regne ut dette arbeidet, da ville vi få de negative 59 Joule, det vil si de 59 Joule som tilsynelatende forsvant.

Dersom energien ikke forsvant, hvor er den? ALT av legemets potensielle energi som forsvant ble omformet til kinetisk energi. Friksjonskreftene førte til at legemet, skråplanet, luften i rommet... økte sine temperaturer. Høyere temperaturer er tegn som viser at de kinetiske energiene i partiklene som er inne i legemet/planet/luften har økt. Det at det også blir lyd som resultat av friksjonskreftene er også et tegn for at partiklene i luften vibrerer med mer kinetisk energi. Derfor er svarene til (ii) og (iii) kompatible med energibevaringsprinsippet. Det at et legemets mekaniske energi ikke er bevart er på ingen måte i strid med energibevaringsprinsippet. Energi tar vel andre former.

Oppgave 2 (4 av 36 poeng)

a. (1 poeng)

Termodynamikkens første lov sier at endringen i gassens indre energi U er lik summen av varmen Q som mottas av systemet og arbeidet W som blir gjort på systemet: $\Delta U = Q + W$.

I dette tilfellet er det systemet som gjør arbeid på omgivelsene, og dermed er arbeidet negativt: $W = -4,2 \text{ kJ}$. Systemet mottar varme fra omgivelsene, og dermed er varmen positiv: $Q = 14 \text{ kJ}$. Da er endringen i gassens indre energi gitt av

$$\Delta U = Q + W = 14 \text{ kJ} - 4,2 \text{ kJ} = 9,8 \text{ kJ}.$$

Gassens indre energi øker med 9,8 kJ.

b. (1 poeng)

Hvis systemet er en varmedrevet maskin, da ville den ideelle situasjonen være at systemet kunne omforme til arbeid alt av varmen som det mottar. Men selv om systemet mottar 14 kJ varme, blir

bare 4,2 kJ omformet til energi. Virkningsgraden η er gitt av forholdet mellom den reelle og den ideelle situasjonen, eller

$$\eta = \frac{-W}{Q} = \frac{4,2 \text{ kJ}}{14 \text{ kJ}} = 0,3 = 30\%.$$

Virkningsgraden er 30%, eller 0,3.

c. (2 poeng)

Gassen har gjort positivt arbeid på omgivelsene. Dette betyr at gassen har forflyttet omgivelsene med en kraft som peker i samme retning som omgivelsenes forflytning. Gassens kraft på omgivelsene kommer fra trykket som pusher gassbeholderens vegger (omgivelsene) ut. Hvis arbeidet gjort av gassen var positivt, da er det fordi omgivelsene forflyttet seg i samme retning som trykkets kraft. Gassen har derfor utvidet seg. Gassens volum har økt.

Oppgave 3 (4 av 36 poeng)

a. (1,5 poeng)

Arbeidet gjort av en konstant kraft langs en strekning er gitt av: kraftens størrelse ganger forflytningen i kraftens retning. I dette tilfellet er kraftens størrelse gitt av mg , hvor $m = 2 \text{ kg}$ og g er tyngdeakselerasjonen. Kraftens retning er rett ned. Og forflytningen i kraftens retning er $R = 5 \text{ m}$. Da er arbeidet W gjort av tyngdekraften gitt av

$$W = mgR = 2 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5 \text{ m} = 98,1 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 98,1 \text{ J}.$$

En annen måte å få dette resultatet er ved å bruke setningen som sier at arbeidet gjort av tyngdekraften alltid er lik minus endringen i den gravitasjonelle potensielle energien:

$$W_{\text{tyngde}} = -\Delta E_p = -\Delta(mgh) = -mg\Delta h = -mg(-R) = mgR = \dots = 98,1 \text{ J}.$$

Arbeidet gjort av tyngdekraften mens massen glir fra punkt A til punkt C er 98,1 J.

b. (2,5 poeng)

Mens legemet glir ned, mister det potensiell energi E_p , og det vinner kinetisk energi E_k . Da det ikke er friksjon, vil legemets mekaniske energi bli bevart, dvs: $\Delta E_k + \Delta E_p = 0$.

Endringen i kinetisk energi er gitt av

$$\Delta E_k = \Delta \left(\frac{1}{2} m v^2 \right) = \frac{1}{2} m \Delta(v^2) = \frac{1}{2} m (v^2 - v_0^2)$$

Endringen i den potensielle energien er gitt av

$$\Delta E_p = \Delta(mgh) = mg\Delta h = mg(-R) = -mgR$$

Da disse to endringer er til sammen null, kan vi skrive at

$$\frac{1}{2} m (v^2 - v_0^2) + (-mgR) = 0$$

For å finne slutfarten v , da kan vi gange alt med $2/m$, og så ta pluss ($2gR + v_0^2$) på begge sider. Vi får da et uttrykk for v^2 :

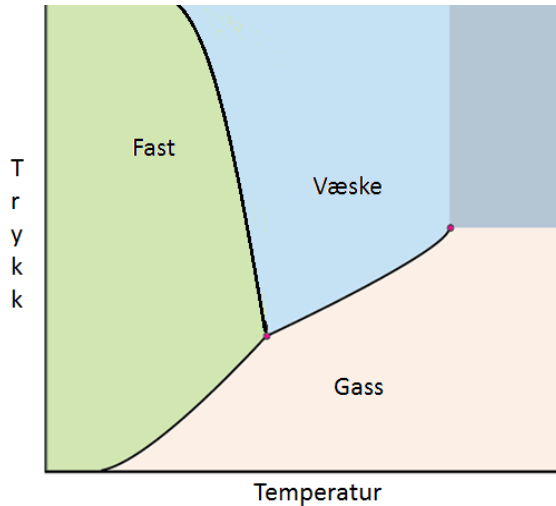
$$v^2 = 2gR + v_0^2 = 2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 5 \text{ m} + 5^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 123,1 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}.$$

Vi kan nå regne ut slutfarten v :

$$v = \sqrt{v^2} = \sqrt{123,1 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = 11,10 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Farten når legemet når punkt C er 11,10 m/s.

Oppgave 4 (4 av 36 poeng)



Diagrammet må vise klart begge aksene og de tre fasene. Diagrammet må vise at økt trykk kan smelte is, dvs at faseovergangslinjen mellom fast og væske peker opp og mot venstre.

Fasediagrammet over viser at is (fast) kan smeltes til å bli flyttende vann (væske) ved å øke temperaturen. Det viser også at flyttende vann (væske) kan fordampes til å bli vanndamp (gass) ved å øke temperaturen videre. De motsatte faseovergangene kan skje hvis temperaturen senkes.

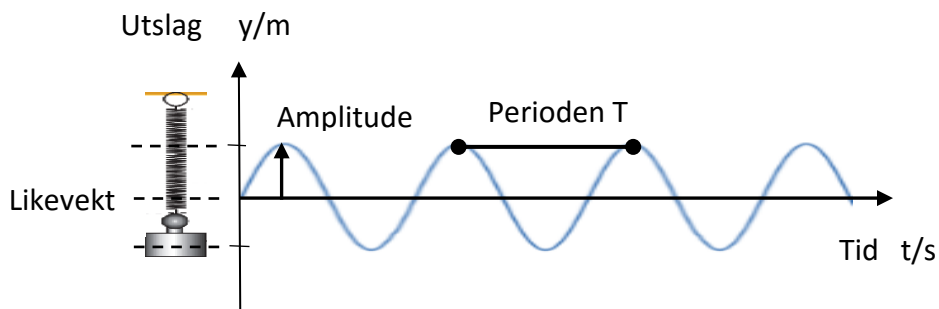
Diagrammet viser også at, ved lavt nok trykk, kan is bli direkte til damp (sublimasjon) hvis temperaturen økes; eller omvendt (deposisjon) hvis temperaturen senkes.

Diagrammet viser også at koketemperaturen mellom væske og gass blir lavere når trykket er lavere, og omvendt; og at faseoverganger mellom væske og gass også kan skje ved å la temperaturen være konstant og bare endre trykket. Damp, for eksempel, kan bli en væske hvis trykket er så høyt at det presser vannmolekylene tett sammen; da vil de tiltrekkende kreftene mellom vannmolekylene dominere, og vannet vil ta væskeform til tross for den høye temperaturen. Det motsatte kan hende hvis trykket blir for lavt: en væske vil da plutselig boble mens molekylene drar fra hverandre (blir en gass).

Men vann er ikke som andre substanser. Vann i fast fase kan smeltes (tas fra fast til væske) ved å øke trykket (uten å en gang endre temperaturen). Det er av den grunn is blir glatt når trykket på den er høyt nok. Fasediagrammet over viser at, når vann er i fastfase, kan det smeltes hvis det blir utsatt for høyt nok trykk. Diagrammet viser også at trykket som kreves for å smelte is er høyere når temperaturen er lavere. Det stemmer faktisk at varmere is blir lettere glatt enn kaldere is: Når is ikke er så kald, da blir det veldig glatt med lite trykk; når is er mye kaldere, da trenger man is-skøyter for å øke trykken nok og klare å gli.

Oppgave 5 (6 av 36 poeng)

a) (2 poeng)



Figuren viser et lodd i fjær som svinger opp og ned, med tiden langs x-aksen og utslaget langs y-aksen. NB: Oppgaven ber ikke om at det tegnes figur!

- Likevekt: Likevektsstillingen/likevektspunktet er posisjonen til loddet når det henger i ro, det vil si loddets naturlige posisjon før det settes i svingninger. Svingning skjer om likevektspunktet, mellom de to ytterposisjonene.
- Amplitude: Maksimalutslaget fra likevektsstillingen. Amplituden har samme størrelse for utslag i begge retninger.
- Periode: Tiden det tar å gjennomføre en hel svingning, det vil si tiden fra en bestemt svingetilstand til neste gang svingeobjektet er i eksakt samme svingetilstand (dvs. har samme posisjon og samme retning). Periode kalles også for svingeperiode eller svingetid. Symbolet er T.
- Frekvens: Antall hele svingninger per tidsenhet, for eksempel per sekund. Frekvenser som oppgis som antall svingninger per sekund får enheten 1/s, som er det samme som hertz med symbolet Hz.

b) (2 poeng)

Beregning av periode og frekvens:

Loddet gjør 40 hele svingeperioder i løpet av 60 sekunder.

Perioden er tiden for en hel svingeperiode, og den beregner vi ved å dele *tiden* på *antall svingeperioder*:

$$T = 60\text{s}/40 = \underline{1,5\text{s}}$$

Vi beregner så frekvensen f ved hjelp av sammenhengen $f = 1/T$:

$$f = 1/1,5\text{s} = 0,667\text{s}^{-1} \approx \underline{0,7\text{ Hz}} \quad (\text{s}^{-1} = \text{Hz})$$

Alternativt: Beregner frekvensen først ved å beregne hvor mange svingninger loddet gjør i løpet av ett sekund:

$$f = 40 \text{ svingeperioder} / 60 \text{ sekunder} = 40/60\text{s} = 0,667\text{s}^{-1} \approx 0,7\text{s}^{-1} = \underline{0,7\text{ Hz}}$$

Vi kan så beregne perioden T ved hjelp av sammenhengen $T = 1/f$

$$T = 1/f = 1/0,667\text{s}^{-1} = 1,499\text{s} \approx \underline{1,5\text{s}}$$

c) (1 poeng)

Egenfrekvens: Svingesystemets naturlige, foretrukne frekvens når det får svinge fritt (altså ikke tvungen svingning). For svingesystemet i denne oppgaven er det den frekvensen loddet vil svinge opp og ned med etter at det er satt i bevegelse.

d) (1 poeng)

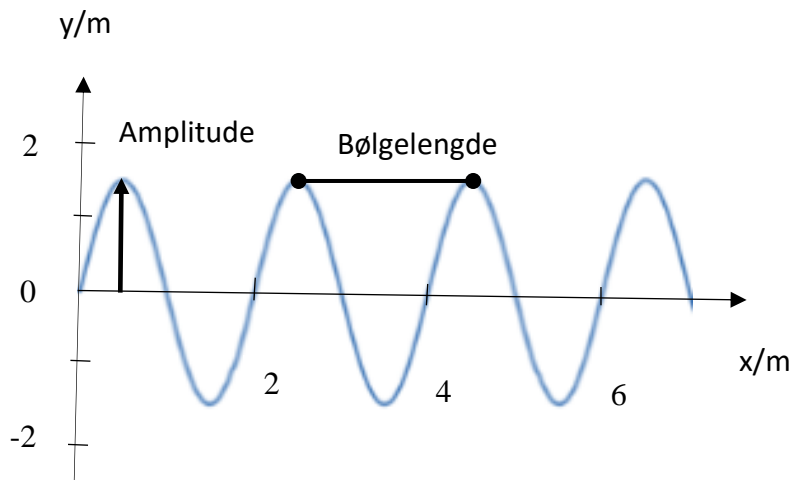
Frekvensen f beregnet i oppgave b) er frekvensen til svingningen etter at loddet er satt i bevegelse, altså for et fritt svingende lodd. Dette er det samme som egenfrekvensen, som dermed er $f = \underline{0,7\text{ Hz}}$.

Oppgave 6 (6 av 36 poeng)

a) (2 poeng)

Forskjellen mellom langsølger og tversølger finner vi i retningen til svingebevegelsen: I en langsølge skjer svingebevegelsen til hvert punkt langs utbredelsesretningen til bølgen. Eksempler på langsølger er lydølger og fortetningspulser som beveger seg i en fjær. I en tversølge skjer svingebevegelsen til hvert punkt på tvers av utbredelsesretningen til bølgen. Eksempler på tversølger er elektromagnetiske bølger (eksempelvis lysølger), overflatebølger på vann (som også gir en svingebevegelse i langsretningen) og bølger på tau, tråd, streng eller lignende.

b) (1 poeng)



Figur som viser en tversølge med amplitude 1,5 m og bølgelengde 2,0 m. Amplituden er markert som det første positive utslaget, men det regnes også som rett svar dersom amplituden er vist med markering i andre maksima. Bølgelengden er markert som avstanden mellom to bølgetopper, men det regnes også som rett svar dersom bølgelengden er markert mellom andre nærmeste punkter med samme svingetilstand, for eksempel ved skjæringspunkter ved x-aksen.

c) (1 poeng)

Bølgelengden er oppgitt til $\lambda = 2,0\text{m}$ og bølgefarten $v = 1,6\text{m/s}$.

• Sammenhengen mellom frekvensen f , bølgelengden λ og bølgefarten v er gitt av:

$$v = f \cdot \lambda$$

• Vi omformer uttrykket, og får frekvensen f er gitt som:

$$f = v / \lambda = 1,6\text{m/s} / 2,0\text{m} = 0,8\text{s}^{-1} = \underline{0,8\text{ Hz}}$$

• Sammenhengen mellom frekvensen f og perioden T er gitt av:

$$T = 1/f = 1/0,8\text{s}^{-1} = \underline{1,25\text{s}}$$

d) (2 poeng)

For bølger vet vi at:

- Bølgefarten er bestemt av mediet bølgen beveger seg i.
- Frekvensen er bestemt av kilden.
- Sammenhengen mellom bølgefart, frekvens og bølgelengde er gitt av $v = f \cdot \lambda$

Derfor har vi:

• Frekvensen f forandres ikke.

• Bølgeformelen $v = f \cdot \lambda$ gir da at når bølgefarten v blir mindre må også bølgelengden λ bli mindre.

Oppgavens karakter – Tolking av oppgaveteksten

-

Eksamen består av 6 oppgaver. Kandidaten må svare på alle oppgavene.

Oppgavene har som mål å se på læringsutbytte i fysikk-delemnet av Naturfag 1 – emne 1.

Karakter fastsettes etter gjeldende karakterbeskrivelse for NTNU (se under) ved hjelp av prosentvurderingsmetoden (<https://innsida.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Prosentvurderingsmetoden>).

Dato/sted

Faglærer/oppvegiver/-et

Ved eksamen benyttes følgende karakterskala:

Symbol	Betegnelse	Generell, kvalitativ beskrivelse av vurderingskriterier
A	Fremragende	Fremragende prestasjon som klart utmerker seg. Viser svært god vurderingsevne og stor grad av selvstendighet.
B	Meget god	Meget god prestasjon. Kandidaten viser meget god vurderingsevne og selvstendighet.
C	God	Jevnt god prestasjon som er tilfredsstillende på de fleste områder. Kandidaten viser god vurderingsevne og selvstendighet på de viktigste områdene.
D	Nokså god	En akseptabel prestasjon med noen vesentlige mangler. Kandidaten viser en viss grad av vurderingsevne og selvstendighet.
E	Tilstrekkelig	Prestasjon som tilfredsstillende minimumskravene, men heller ikke mer. Kandidaten viser liten vurderingsevne og selvstendighet.
F	Ikke bestått	Prestasjon som ikke tilfredsstillende de faglige minimumskravene. Kandidaten viser både manglende vurderingsevne og manglende selvstendighet.