

i Institutt for fysikk

## Eksamensoppgave i TFY4115 Fysikk

Faglig kontakt under eksamen: Arne Mikkelsen

Tlf.: 48 60 53 92

Eksamensdato: 6. desember 2018

Eksamenstid (fra-til): 09.00-13.00

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: C.

Rottmann, matematisk formelsamling. Godkjent kalkulator.

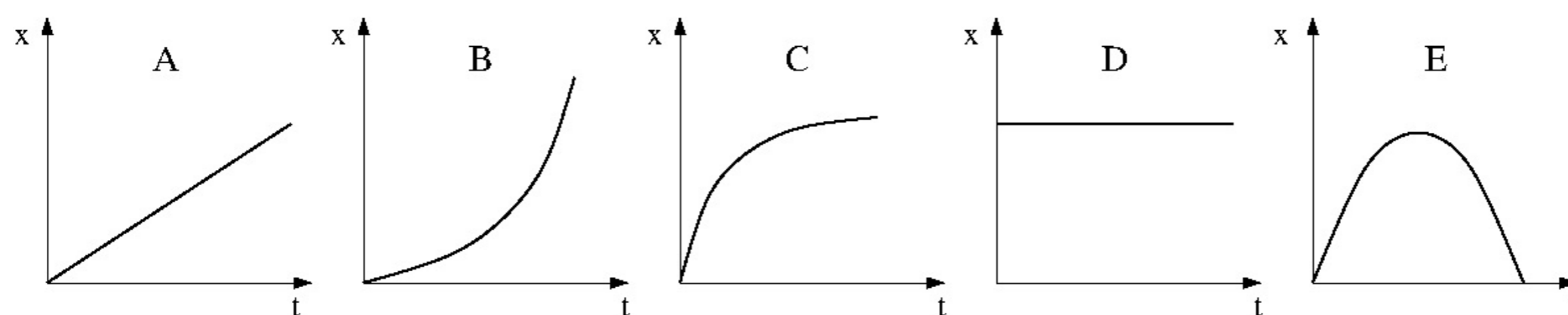
Annen informasjon:

50 flervalgsoppgaver med lik vekt. Kun ett svar er korrekt på hver oppgave.

1 poeng for riktig svar. 0 poeng for feil svar eller intet svar.

Merk! Studenter finner sensur i Studentweb. Har du spørsmål om din sensur må du kontakte instituttet ditt. Eksamenskontoret vil ikke kunne svare på slike spørsmål.

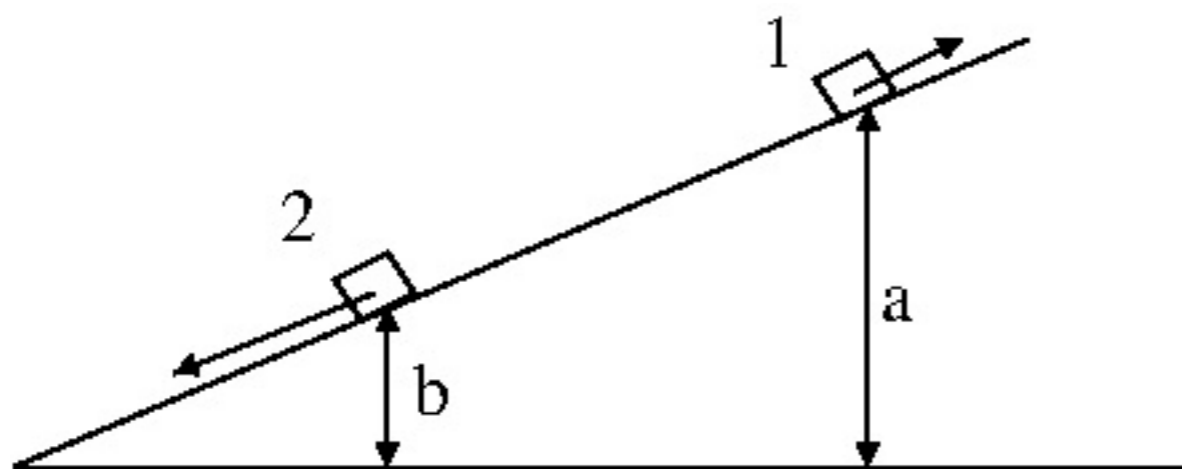
- 1 Ei kule skytes (ved tid  $t = 0$ ) ut med en vinkel på 25 grader relativt horisontalplanet. Anta at luftmotstand kan neglisjeres. Hvilken graf illustrerer da best kulas horisontale posisjon som funksjon av tiden?



Velg ett alternativ

- A
- B
- C
- D
- E

- 2 En kloss glir uten friksjon på et skråplan. Klossen starter i posisjon 1 og har da hastighet  $v_1$  oppover skråplanet. Hva blir klossens hastighet  $v_2$  når den senere passerer posisjon 2 på vei nedover?



- A  $[v_1^2 + 2g(a - b)]^{1/2}$   
 B  $[v_1^2 - 2g(a - b)]^{1/2}$   
 C  $[v_1^2 + g(a - b)]^{1/2}$   
 D  $[v_1^2 - g(a - b)]^{1/2}$   
 E  $[2g(a - b)]^{1/2}$

Velg ett alternativ

- A  
 B  
 C  
 D  
 E

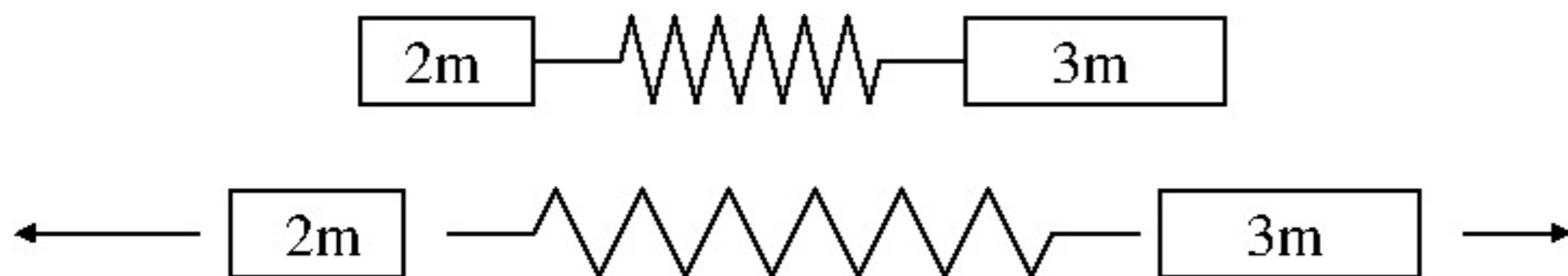
- 3 Du har planer om å ommøblere og forsøker å skyve ditt gamle, tunge piano bortover det teppebelagte gulvet. Den statiske og den kinetiske friksjonskoeffisienten er imidlertid så store som henholdsvis 0.8 og 0.6, så til tross for at du dytter (horisontalt) med en kraft på hele 700 N, er pianoet ikke til å rikke. Hva var friksjonskraften fra teppet på pianoet under kraftanstrengelsen?

- A Vi har ikke nok opplysninger til å bestemme friksjonskraften  
 B 500N  
 C 600N  
 D 700N  
 E 800N

Velg ett alternativ

- A  
 B  
 C  
 D  
 E

- 4 To masser,  $2m$  og  $3m$ , ligger på et friksjonsfritt bord på hver sin side av en (masseløs) spent fjær. Når fjærlåsen åpnes, skyves de to massene i hver sin retning. Hvordan fordeles den potensielle energien i den spente fjæra på kinetisk energi til de to massene?



- A 25% på  $2m$ , 75% på  $3m$   
 B 75% på  $2m$ , 25% på  $3m$   
 C 15% på  $2m$ , 85% på  $3m$   
 D 85% på  $2m$ , 15% på  $3m$   
 E 60% på  $2m$ , 40% på  $3m$

**Velg ett alternativ**

- A  
 B  
 C  
 D  
 E

5



En gravemaskin kjører med hastighet  $2 \text{ km/t}$ . Hva er beltets minste og største hastighet?

- A  $2 \text{ km/t}$    B  $0 \text{ og } 4 \text{ km/t}$    C  $0.5 \text{ og } 1.5 \text{ km/t}$    D  $0 \text{ og } 2 \text{ km/t}$    E  $1 \text{ og } 3 \text{ km/t}$

**Velg ett alternativ**

- A  
 B  
 C  
 D  
 E

**6** Oppgave 6 - 11:

Kompakte stålkuler med radius  $11.0 \pm 0.1$  mm skal brukes i eksperimenter som belyser Newtons lover og rotasjonsdynamikk. Hva er kulenes overflateareal?

- A  $15.21 \pm 0.01 \text{ cm}^2$     B  $15.21 \pm 0.03 \text{ cm}^2$     C  $15.21 \pm 0.05 \text{ cm}^2$   
D  $15.2 \pm 0.1 \text{ cm}^2$     E  $15.2 \pm 0.3 \text{ cm}^2$

**Velg ett alternativ**

- A  
 B  
 C  
 D  
 E

**7** Hva er kulenes (midlere) masse, dersom massetettheten er  $7.86 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ?

- A 36.7 g    B 43.8 g    C 50.9 g    D 58.0 g    E 65.1 g

**Velg ett alternativ**

- A  
 B  
 C  
 D  
 E

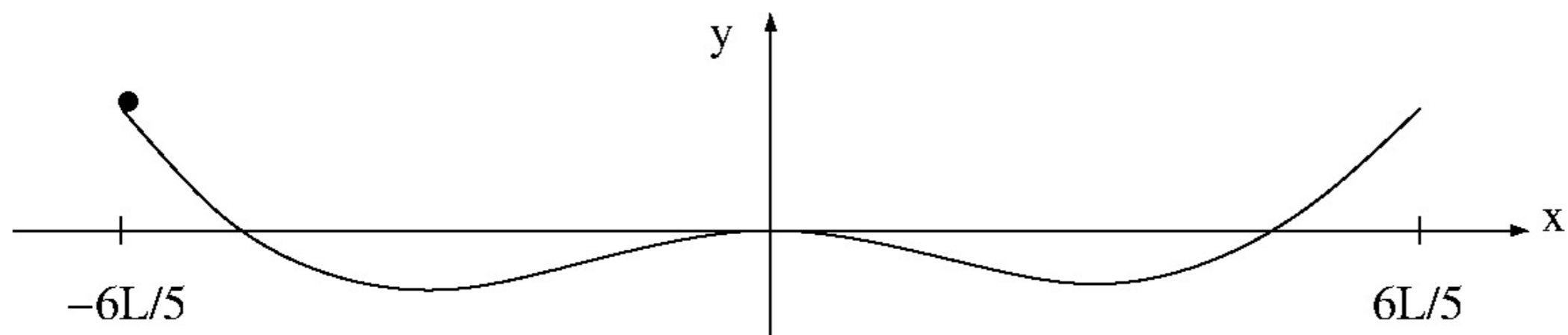
**8** Hva er kulenes treghetsmoment pr masseenheter ( $I_0/m$ ) mhp en akse gjennom sentrum?

- A  $28.4 \text{ mm}^2$     B  $33.4 \text{ mm}^2$     C  $38.4 \text{ mm}^2$     D  $43.4 \text{ mm}^2$     E  $48.4 \text{ mm}^2$

**Velg ett alternativ**

- A  
 B  
 C  
 D  
 E

9



Ei slik kule (med radius 1.1 cm) ruller uten å gli på en bane med form

$$y(x) = y_0 \left[ \left( \frac{x}{L} \right)^4 - \left( \frac{x}{L} \right)^2 \right]$$

der  $y_0 = 25.0$  cm og  $L = 250$  cm. Her angir  $y$  banehøyden som funksjon av den horisontale posisjonen  $x$ . Banen går fra  $x = -6L/5$  til  $x = 6L/5$ . En *kvalitativ* skisse av banen er vist i figuren. Kula slippes med null starthastighet i posisjon  $x = -6L/5$ . Hva er kulas hastighet når den passerer  $x = 0$ ? (Vi ser bort fra luftmotstand og andre mekanismer som fører til tap av mekanisk energi.)

A 149 cm/s    B 179 cm/s    C 209 cm/s    D 239 cm/s    E 269 cm/s

**Velg ett alternativ**

- A
- B
- C
- D
- E

10 Hva er banens helningsvinkel i hver ende (ved  $x = \pm 6L/5$ )?

A  $16^\circ$     B  $20^\circ$     C  $24^\circ$     D  $28^\circ$     E  $32^\circ$

**Velg ett alternativ**

- A
- B
- C
- D
- E

11 Hva er krumningsradien i banens to bunnpunkter?

A 625 cm    B 550 cm    C 475 cm    D 400 cm    E 325 cm

**Velg ett alternativ**

- A
- B
- C
- D
- E

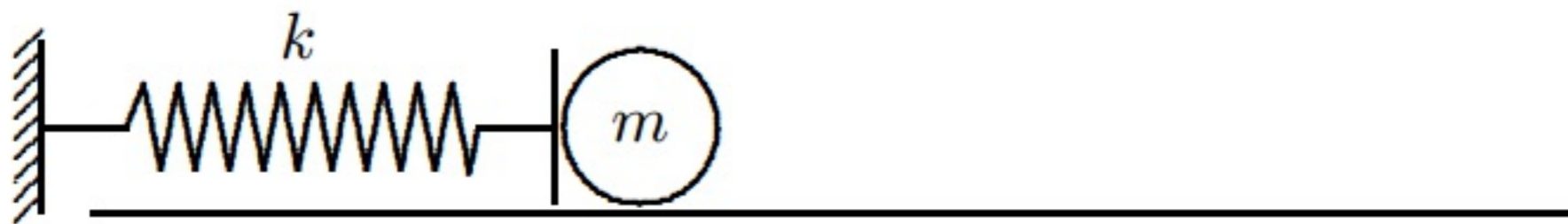
12 En kloss beveger seg på et horisontalt underlag uten friksjon. En horisontalt rettet kraft virker på klossen, på en slik måte at klossens kinetiske energi øker lineært med tiden. Hvilken påstand er riktig?

- A Kraften på klossen er konstant.
- B Effekten tilført klossen er konstant.
- C Kraften på klossen øker lineært med tiden.
- D Effekten tilført klossen øker lineært med tiden.
- E Klossens impuls øker lineært med tiden.

**Velg ett alternativ**

- A
- B
- C
- D
- E

13



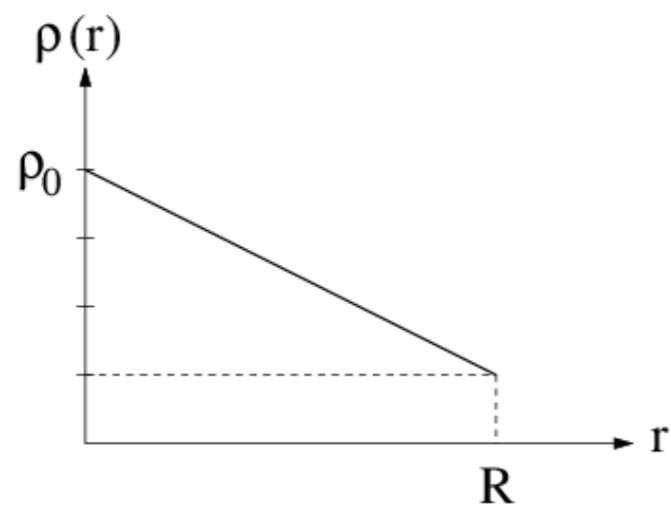
Ei kule med masse 42 g ligger på et horisontalt friksjonsfritt bord inntil ei ideell masseløs fjær. Fjæra er i utgangspunktet presset sammen 42 mm fra sin likevektslengde. Fjæra løses ut slik at kula akselererer mot høyre. Kulas hastighet når den forlater fjæra, dvs i det fjæra når sin likevektslengde, er 42 cm/s. Hva er fjæras fjærkonstant, i enheten N/m?

A 1.0 B 2.6 C 4.2 D 5.8 E 7.4

**Velg ett alternativ**

- A
- B
- C
- D
- E

14



Figuren ovenfor viser en forenklet modell for jordas massetetthet (masse pr volumenhet)  $\rho(r)$ . Her er  $r$  avstanden fra jordas sentrum. Basert på figuren, hva er konstanten  $\alpha$  i funksjonen

$$\rho(r) = \rho_0 \left(1 - \alpha \frac{r}{R}\right)?$$

A 0.15   B 0.35   C 0.55   D 0.75   E 0.95

Velg ett alternativ

- A
- B
- C
- D
- E

15 Jordas totale masse kan med modellen i forrige oppgave skrives på formen

$$M = \beta \rho_0 R^3.$$

Hva er da verdien av  $\beta$ , uttrykt ved hjelp av konstanten  $\alpha$  i forrige oppgave?

(Det oppgis at volumet av et tynt kuleskall er  $dV = 4\pi r^2 dr$ .)

A  $4\pi(1 - \alpha)/7$    B  $\pi(4 - 3\alpha)/3$    C  $2\pi(3 - \alpha)/5$   
 D  $4\pi(2 - \alpha)/7$    E  $2\pi(1 - 3\alpha)$

Velg ett alternativ

- A
- B
- C
- D
- E



- 16 En bil med masse 1500 kg kjører rundt og rundt med konstant fart 100 km/h i en rundkjøring med omkrets 250 m. Hva er bilens akselerasjon?

A  $11.3 \text{ m/s}^2$    B  $14.0 \text{ m/s}^2$    C  $16.7 \text{ m/s}^2$    D  $19.4 \text{ m/s}^2$    E  $22.1 \text{ m/s}^2$

**Velg ett alternativ**

- A
- B
- C
- D
- E

- 17 En liten kloss er festet til ei ideell fjær og utfører udempede harmoniske svingninger. Klossens maksimale utsving fra likevekt er 3.3 cm og dens maksimale akselerasjon er  $9.6 \text{ cm/s}^2$ . Hva er da klossens maksimale hastighet?

A 4.5 cm/s   B 5.6 cm/s   C 6.7 cm/s   D 7.8 cm/s   E 8.9 cm/s

**Velg ett alternativ**

- A
- B
- C
- D
- E

- 18 En rakett befinner seg ute i det ytre rom, upåvirket av ytre krefter. Raketts bevegelse bestemmes da av "rekylkraften"  $u \cdot dm/dt$ , der  $|u| = 2.6$  km/s er hastigheten til forbrent drivstoff (eksos) målt relativt raketten, og  $|dm/dt| = 13 \cdot 10^3$  kg/s er endringen i raketts masse pr tidsenhet, tilsvarende forbrent bensinmasse pr tidsenhet.

Ved et gitt tidspunkt har raketten masse  $7.5 \cdot 10^5$  kg og hastighet 1.4 km/s. Hvor lang tid bruker raketten på å øke hastigheten til det dobbelte?

A 24 s   B 56 s   C ca 8 minutter   D ca 1.5 timer   E ca 3 døgn

Velg ett alternativ

- A  
 B  
 C  
 D  
 E

- 19 Ei snookerkule er kompakt, med jevn massefordeling, diameter 5.25 cm og masse 130 g. Dersom ei slik kule ruller uten å gli med en hastighet 1.00 m/s, hva er da kulas totale dreieimpuls relativt kontaktpunktet mellom kula og underlaget?

A  $2.52 \cdot 10^{-5}$  Js   B  $3.69 \cdot 10^{-4}$  Js   C  $4.78 \cdot 10^{-3}$  Js   D  $5.81 \cdot 10^{-2}$  Js   E 0.627 Js

Velg ett alternativ

- A  
 B  
 C  
 D  
 E

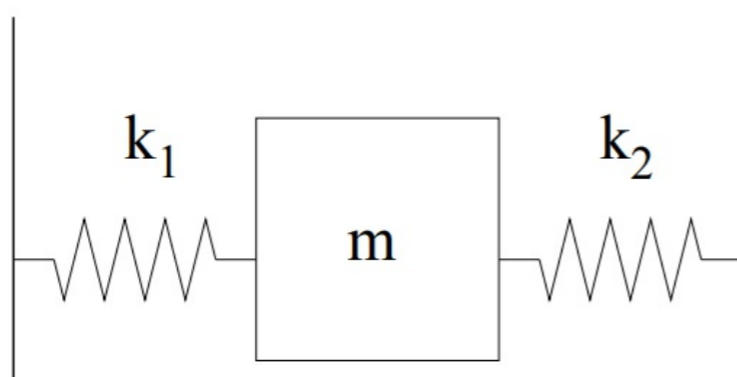
- 20 En bordtennisball er et tynt kuleskall med masse 2.7 g og radius 20 mm. La oss anta at en serve i bordtennis utføres slik at ballen påvirkes av en kraft med retning praktisk talt tangentielt til ballens overflate. Anta at kraften er konstant, med absoluttverdi 20 N, rettet horisontalt, og med varighet 1.0 ms. Hvor mange grader har ballen rotert i løpet av kontakttiden på 1.0 ms?

A 16   B 26   C 36   D 46   E 56

Velg ett alternativ

- A  
 B  
 C  
 D  
 E

21



En kloss med masse  $m = 50$  g er festet til to ideelle masseløse fjærer som vist i figuren. Fjærene har fjærkonstanter henholdsvis  $k_1 = 60$  N/m og  $k_2 = 85$  N/m. Klossen trekkes horisontalt litt ut fra sin likevektsposisjon og slippes. Med hvilken periode (svingetid) svinger nå klossen fram og tilbake?

A 1.0 s   B 2.5 s   C 73 ms   D 0.12 s   E 0.43 s

Velg ett alternativ

- A  
 B  
 C  
 D  
 E

- 22 En kloss som glir nedover et friksjonsfritt skråplan med helningsvinkel  $\beta$  får en akselerasjon  $a = dv/dt = g \sin \beta$  langs skråplanet. Anta at klossen ved tidspunktet  $t_0 = 0$  starter i posisjonen  $s_0 = 0$  (der  $s$  måles langs skråplanet) med hastighet  $v_0 = 0.4 \text{ m/s}$  (positiv nedover skråplanet). Numerisk løsning av klossens bevegelse med Eulers metode ("forward Euler") og konstant tidssteg  $\Delta t$  gir nå ligningene

$$v_{n+1} = v_n + a \Delta t, \quad s_{n+1} = s_n + v_n \Delta t$$

der  $v_n$  og  $s_n$  er henholdsvis hastighet og posisjon ved tidspunktet  $t_n = n \Delta t$ .

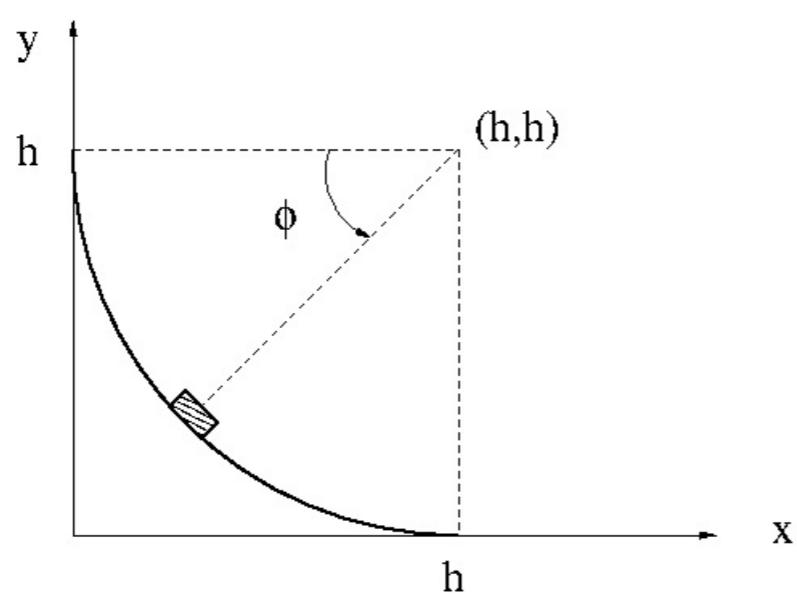
Dersom  $\beta = 45^\circ$  og vi velger et tidssteg  $\Delta t = 0.025 \text{ s}$ , hvor stor blir da feilen i  $s_1$  (dvs absoluttverdien til avviket fra den eksakte analytiske verdien av  $s$  ved tidspunktet  $t_1$ )?

A 2.2 mm   B 2.6 mm   C 3.0 mm   D 3.4 mm   E 3.8 mm

**Velg ett alternativ**

- A
- B
- C
- D
- E

## 23 Oppgave 23 og 24:



Ovarennet i en hoppbakke har form som en kvartsirkel med radius  $h$ . Vi velger koordinatsystem slik at bommen (dvs startposisjonen) befinner seg i  $(x, y) = (0, h)$  og hoppkanten i  $(h, 0)$ . Med  $(h, h)$  som referansepunkt er det klart at hopperen (en tilnærmet punktmasse) har en posisjon som er entydig bestemt av vinkelen  $\phi$ , se figuren. Siden ovarennet er både bratt og helt uten friksjon, velger hopperen å slippe seg ut fra bommen med null starthastighet.

Hva er hopperens hastighet på hoppkanten dersom  $h = 39$  m?

- A 80 km/t   B 90 km/t   C 100 km/t   D 110 km/t   E 120 km/t

Velg ett alternativ

- A  
 B  
 C  
 D  
 E

24 Ved hvilken vinkel  $\phi$  har hopperen maksimal vertikal hastighetskomponent?

- A  $35^\circ$    B  $40^\circ$    C  $45^\circ$    D  $50^\circ$    E  $55^\circ$

Velg ett alternativ

- A  
 B  
 C  
 D  
 E

- 25 En svakt dempet harmonisk oscillator får sitt maksimale utsving fra likevekt (dvs utsvingsamplituden) redusert med 0.03% for hver hele svingning (dvs pr periode) når den utfører frie dempede svingninger. Hva er da omtrent oscillatorens Q-faktor?

A 85   B  $1.5 \cdot 10^3$    C  $3.3 \cdot 10^3$    D  $10^4$    E  $8.5 \cdot 10^4$

Velg ett alternativ

- A
- B
- C
- D
- E