

Veiledning: Onsdag 18.11 og mandag 23.11, se nettsider.

Innlevering: Tirsdag 24. nov. kl. 14:00.

**Oppgave 1. Svingefunksjonen.**

Et legeme svinger med utslag:

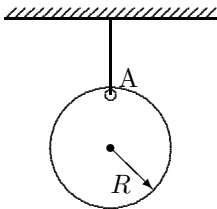
$$x(t) = x_0 \cdot \cos(\omega_0 t + \theta_0)$$

der  $x_0 = 0,50$  m,  $\omega_0 = \frac{3\pi}{4} \text{ s}^{-1}$ ,  $\theta_0 = -\frac{\pi}{4}$ , og  $t$  er tida i sekunder.

- a. Finn perioden  $T$  og frekvensen  $f$  for oscillatoren (tallverdier).
- b. Finn uttrykk for hastigheten  $v(t) = \dot{x}(t)$  og akselerasjonen  $a(t) = \ddot{x}(t)$ . (Ikke sett inn tallverdier)
- c. Tegn en graf med den relative tida  $t/T$  langs horisontal akse og posisjonen  $x(t)$  langs vertikal akse. Marker også langs den horisontale akselen verdier for  $\omega_0 t$ . (Dvs. to skalaer på samme akselen). Tegn også tilsvarende grafer for  $v(t)$  og  $a(t)$ , tegn alle tre grafene under hverandre. Du kan få hjelp av svarene i d) - e) til å tegne grafene.
- d. Hva er posisjonen  $x_0$  og hastigheten  $v_0$  ved  $t = 0$ ?
- e. Hva er den maksimale hastigheten  $v_{\text{max}}$  og ved hvilke tider finner vi denne?

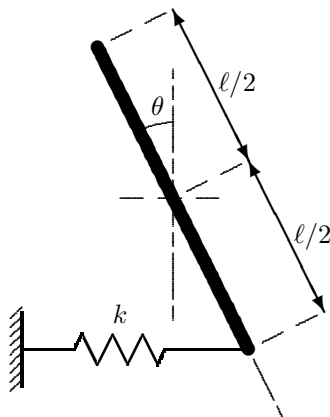
**Oppgave 2. Svingende skive.**

Ei flat, jamntykk, sirkulær skive med radius  $R = 10,2$  cm er i et punkt A på periferien festa til en fast stang, som vist i figuren. Skiva kan svinge om en akse som går gjennom A og er normal på skiva. Når skiva settes i små svingninger, måles svingetida (perioden) til å være  $T = 0,784$  s. Anta at formler for perioden til en fysisk og en matematisk pendel er kjent og kan brukes.



- a. Finn først et uttrykk for skivas treghetsmomentet  $I$  om opphengingspunktet, gitt ved skivas radius  $R$  og masse  $M$ .
- b. Beregn fra oppgitte måledata en verdi for tyngdeakselerasjonen  $g$  på stedet.
- c. Hva ville lengden  $L$  av en matematisk pendel vært dersom den skulle ha samme svingetid som skiva?

**Oppgave 3. Fjærdreven pendelbevegelse.**



En tynn, uniform metallstav med masse  $M$  er hengt opp uten friksjon om en akse gjennom stavens midtpunkt og loddrett på staven. Den nederste enden av staven er festet til ei horisontal fjær med fjærkonstant  $k$  (fjærkraft  $F = -kx$ ). Fjæras andre ende holdes i ro.

Staven vrir en *liten* vinkel  $\theta$  fra vertikal hvileposisjon (sterkt overdrevet på figuren), og slippes så.

Vis at stavens vinkel med vertikalaksen kan beskrives som en enkel, harmonisk svingning med periode  $T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{3k}}$ .

TIPS: For liten vinkel kan du approksimere  $\sin \theta \approx \theta$  og  $\cos \theta \approx 1$ . I praksis betyr dette bl.a. å se bort fra vertikalforflytningen av enden av staven.

### Oppgave 4. Flervalgsoppgaver.

Kun ett av svarene (A, B, C, D, E) er rett.

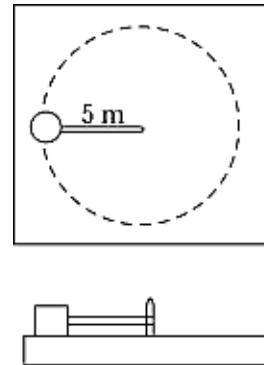
Rett svar gir 5 p, galt svar gir 0 p og ubesvart (blank) gir 1 p.

**a.** Et sykkelhjul, ei massiv kule og ei hul kule (kuleskall) har alle samme radius. Anta det vesentlige av hjulets masse er samla i felgen/dekket. Hver av dem slippes samtidig på toppen av et langt skråplan og triller nedover. I hvilken rekkefølge når disse enden av skråplanet?

- A) Den massive kula først, så den hule kula og til sist hjulet.
- B) Den hule kula først, så den massive kula og til sist hjulet.
- C) Den massive kula først, så hjulet og til sist den hule kula.
- D) Hjulet først, så den massive kula og til sist den hule kula.
- E) De når enden samtidig.

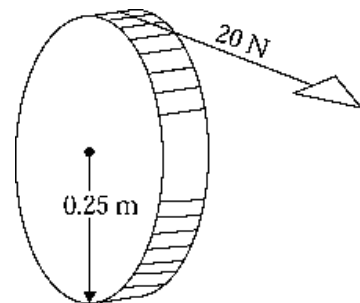
**b.** Ei kule med masse 2,0 kg er festet til enden av ei 5,0 m lang snor. Massen beveger seg i en sirkulær bane på et horisontalt friksjonsløst bord. Hvis snora tåler maksimalt 40 N strekk før den ryker, hva er maksimal banehastighet som du kan svinge kula med før tauet ryker?

- A) 3,2 m/s
- B) 4,0 m/s
- C) 10 m/s
- D) 20 m/s
- E) 0,20 km/s



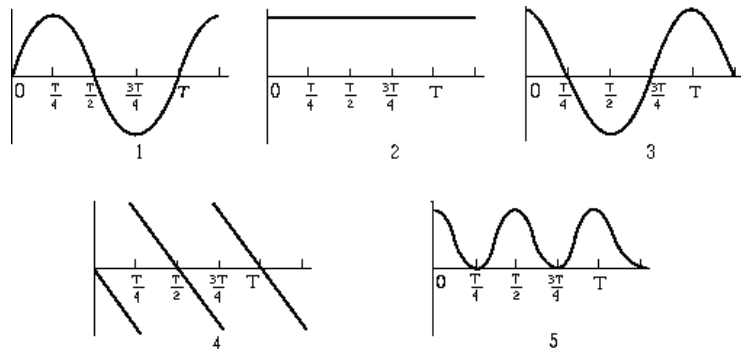
**c.** Ei tynn, masseløs snor er trukket rundt en slipestein med radius 0,25 m. Steinen kan rotere friksjonsfritt om dens akse. En konstant kraft på 20 N i snora får steinen til å øke vinkelhastigheten fra null til 60 rad/s på 12 sekunder. Da er treghetsmomentet til steinen

- A) 0,32 kg m<sup>2</sup>
- B) 1,00 kg m<sup>2</sup>
- C) 2,00 kg m<sup>2</sup>
- D) 4,00 kg m<sup>2</sup>
- E) 6,28 kg m<sup>2</sup>



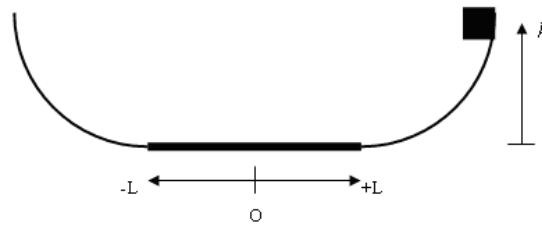
**d.** Den kinetiske energien til et legeme som beveger seg i en harmonisk oscillasjon er plottet som funksjon av tida som er gitt i enheter av perioden  $T$ . Ved  $t = 0$  er utsvinget lik null. Hvilken graf representerer disse betingelser?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5



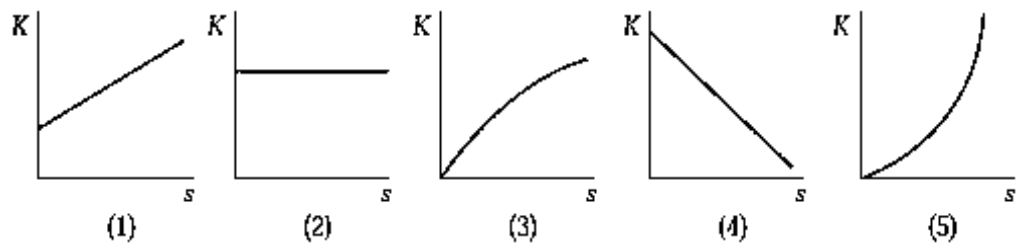
e. En kloss med masse  $m$  slippes fra høyde  $h = 75$  cm på høyreenden av en bane som vist i figuren. Bevegelsen er friksjonsfri bortsett fra et område rundt midtpunktet  $O$ , og i dette området er den kinetiske friksjonskoeffisienten  $\mu_k = 0,40$ . Dette området strekker seg over  $L = 30$  cm på hver side av  $O$ , totalt 60 cm. Hvor høyt kommer klossen når den for **andre** gang passerer over til venstre side, og i hvilken retning (høyre eller venstre) beveger den seg like før den stopper?

- A) 27 cm, høyre
- B) 3,0 cm, høyre
- C) 27 cm, venstre
- D) 3,0 cm, venstre
- E) 51 cm, høyre



f. En gjenstand i ro slippes fra stor høyde og faller gjennom lufta. Luftmotstanden gjør seg gjeldende, og da er forløpet som best representerer gjenstandens kinetiske energi,  $K$ , som funksjon av hvor langt den har falt,  $s$ , gitt ved kurve

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5



Utvalgte fasitsvar:

1e: 1,18 m/s,  $t = T \cdot (3/8 + n/2)$ ,  $n = 1, 3, 5 \dots$ ; 2b: 9,83 m/s<sup>2</sup>; 2c: 0,153 m;

SISTE ØVING – LYKKE TIL MED EKSAMEN!