

TFY4125 Fysikk Eksamen 23. mai 2023

1) En Skoda Enyaq iV-80x kan akselerere fra 0 til 100 km/h (km pr time) i løpet av 6.9 s. **Hva er da akselerasjonen, målt i enheten g , dvs tyngdens akselerasjon?**

- A) 0.21 B) 0.51 C) 0.31 D) 0.11 E) 0.61 F) 0.41
-

Oppgave 2 - 4: Vinkelfarten til en karusell kan beskrives med funksjonen $\omega(t) = \omega_0(t/\tau)^2 \exp(-t/5\tau)$. Her er t tiden målt i sekunder mens de to konstantene har verdi $\omega_0 = 1.00^\circ$ pr sekund og $\tau = 5.00$ s.

2) **Hva er karusellens vinkelakselerasjon i startøyeblikket ($t = 0$)?**

- A) $4.00^\circ/\text{s}^2$ B) $2.00^\circ/\text{s}^2$ C) $0.00^\circ/\text{s}^2$ D) $1.00^\circ/\text{s}^2$ E) $3.00^\circ/\text{s}^2$ F) $5.00^\circ/\text{s}^2$

3) **Hva er karusellens maksimale vinkelfart?**

- A) $13.5^\circ/\text{s}$ B) $21.5^\circ/\text{s}$ C) $11.5^\circ/\text{s}$ D) $19.5^\circ/\text{s}$ E) $15.5^\circ/\text{s}$ F) $17.5^\circ/\text{s}$

4) **Hvor mange *hele* runder roterer karusellen?**

Oppgitt: $\int_0^\infty z^2 \exp(-\alpha z) = 2/\alpha^3$ når $\alpha > 0$

- A) 0 B) 1 C) 2 D) 3 E) 4 F) 5
-

Oppgave 5 - 7: Ei lita og kompakt kule med masse 25.0 g ruller uten å gli på en krum bane. Kulas massesenter følger banen $y = y_0(\xi - \xi^3)$. Her er $y_0 = 5.00$ cm, og $\xi = x/x_0$ med $x_0 = 100.0$ cm. Koordinatene x og y angir hhv horisontal og vertikal posisjon (for kulas massesenter). Kula starter ved $\xi = -2$ med starthastighet lik null og ruller til $\xi = 1$.

5) **Banen er brattest i startposisjonen. Hva er banens helningsvinkel her (i absoluttverdi, og målt i grader)?**

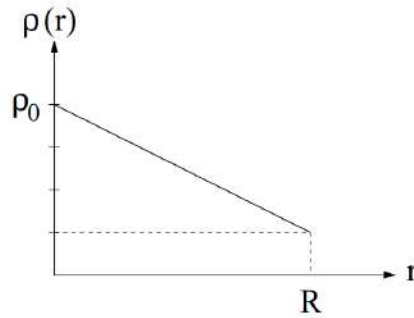
- A) 49 B) 43 C) 39 D) 33 E) 29 F) 23

6) **Hva er kulas maksimale fart?**

- A) 112 cm/s B) 132 cm/s C) 152 cm/s D) 172 cm/s E) 192 cm/s F) 212 cm/s

7) **Hva er normalkraften fra banen på kula når den passerer ved $x = 0$?**

- A) 0.24 N B) 0.35 N C) 0.46 N D) 0.57 N E) 0.68 N F) 0.79 N
-



8) Figuren over viser en enkel lineær modell for jordklodens massetetthet, $\rho(r) = \rho_0 (1 - 3r/4R)$, som funksjon av avstanden r fra jordas sentrum. Vi antar at jordkloden er ei hard kule med radius R . Med denne modellen kan jordklodens treghetsmoment mhp en akse gjennom massesenteret skrives på formen $I_0 = \gamma \rho_0 R^5$. **Hva blir tallverdien av γ ?**

Oppgitt, for tynt kuleskall: $dV = 4\pi r^2 dr$, $dm = \rho dV$, $dI_0 = 2dm r^2/3$

- A) π B) $3\pi/5$ C) $4\pi/5$ D) $2\pi/5$ E) $\pi/5$ F) $6\pi/5$

9) En kloss med masse $m = 90$ g sendes oppover et skråplan med helningsvinkel 10° . Kinetisk friksjonskoeffisient mellom klossen og underlaget er $\mu = 0.15$. Klossens starthastighet er $v_0 = 2.2$ m/s. **Hvor langt glir klossen før den stopper og glir ned igjen?**

- A) 32 cm B) 41 cm C) 50 cm D) 59 cm E) 68 cm F) 77 cm



10) Anta at to klosser med masser hhv m (fart $v_0 = 2.2$ m/s rett før kollisjonen) og $2m$ (i ro før kollisjonen) kolliderer fullstendig uelastisk på ei horisontal bordplate. Kinetisk friksjonskoeffisient mellom klossene og bordplata er $\mu = 0.15$. **Hvor langt glir klossene fra de kolliderer til de stopper?**

- A) 53 cm B) 46 cm C) 39 cm D) 32 cm E) 25 cm F) 18 cm

11) En ball kolliderer med en vegg. Ballen har hastighet $v_0 = 8.4$ m/s normalt på veggen umiddelbart før kollisjonen, som starter ved tidspunktet $t = 0$. Kraften fra veggen på ballen kan beskrives med funksjonene $F(t) = F_0 t/\tau$ i tidsrommet $0 < t < \tau$ og $F(t) = F_0[(t - 2\tau)/\tau]^2$ i tidsrommet $\tau < t < 2\tau$. Ved tidspunktet $t = \tau$ snur ballen, dvs $v(\tau) = 0$. **Hva er ballens hastighet (i absoluttverdi) når kollisjonen med veggen er fullført?**

- A) 2.8 m/s B) 4.2 m/s C) 5.6 m/s D) 7.0 m/s E) 8.4 m/s F) 9.8 m/s

12) Ei tynn stang er plassert på x -aksen mellom $x = 0$ og $x = L$ og har massetetthet (masse pr lengdeenhet) som øker lineært, $\lambda(x) = \lambda_0 x/L$. Hva er stangas treghetsmoment mhp y -aksen (dvs en akse normalt på stanga gjennom stangas ene ende i $x = 0$)?

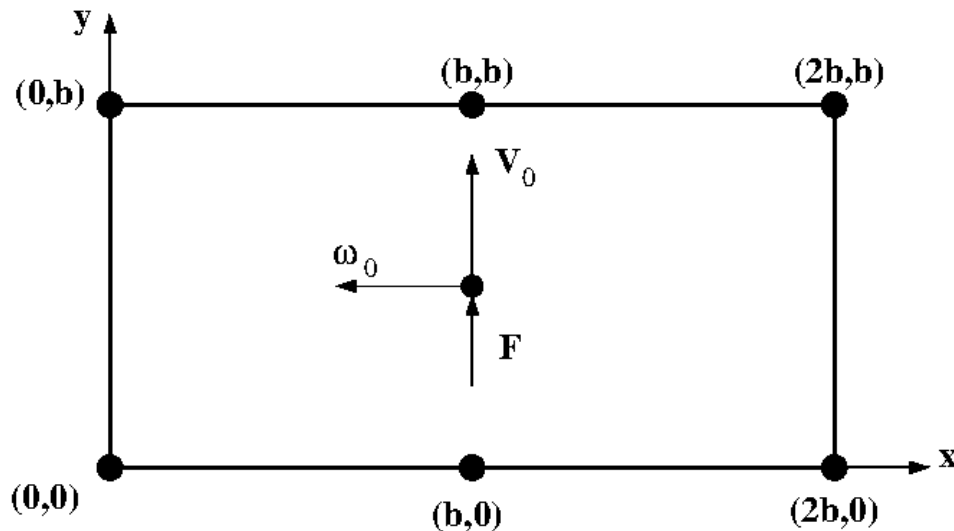
- A) $\lambda_0 L^3/4$ B) $\lambda_0 L^3/3$ C) $\lambda_0 L^3/2$ D) $\lambda_0 L^3/5$ E) $\lambda_0 L^3/6$ F) $\lambda_0 L^3/8$

13) Tre små kuler (punktmasser), hver med masse m , er forbundet med tilnærmet masseløse stenger, slik at kulene er plassert i hvert sitt hjørne av en likesidet trekant med sidekanter L . Hva er systemets treghetsmoment mhp en akse gjennom massesenteret, normalt på trekantens plan?

- A) $3mL^2$ B) $5mL^2/2$ C) mL^2 D) $3mL^2/2$ E) $mL^2/2$ F) $2mL^2$

14) For samme system som i oppgave 13, hva er treghetsmomentet mhp en akse gjennom en av kulene, normalt på trekantens plan?

- A) $3mL^2$ B) $5mL^2/2$ C) mL^2 D) $3mL^2/2$ E) $mL^2/2$ F) $2mL^2$



Oppgave 15 - 17: Snooker spilles på en bordflate med bredde $b = 178$ cm og lengde $2b$. Det er hull i de fire hjørnene og midt på hver langsider. Vi antar at kulas massesenter beveger seg i xy -planet, i høyde $z = 0$. Nedre hull til venstre er i origo $(0,0)$, de andre hullene har koordinater (x,y) gitt i figuren. Kula har diameter $d = 52$ mm og masse $m = 140$ g. Den er kompakt, med uniform massefordeling, og dermed et treghetsmoment $I_0 = md^2/10$ mhp en akse gjennom massesenteret. Situasjonen i disse oppgavene er denne: Kula, som ligger i ro midt på bordet, gis et *meget* kortvarig støt, der en konstant kraft F virker på kula i positiv y -retning. Umiddelbart etter støtet er kula på vei mot det ene midthullet med fart $V_0 = 140$ cm/s og vinkelfart $\omega_0 = 78$ rad/s (med vektoren ω_0 i negativ x -retning). Kraften F er så stor at vi kan se bort fra andre krefter i det kortvarige støtet.

15) Hva er absoluttverdien av kulas totale dreieimpuls umiddelbart etter støtet, relativt origo?

- A) 0.65 Js B) 0.55 Js C) 0.45 Js D) 0.35 Js E) 0.25 Js F) 0.15 Js

16) Hva er farten til kulas kontaktpunkt mot underlaget umiddelbart etter støtet?

- A) 13 cm/s B) 23 cm/s C) 33 cm/s D) 43 cm/s E) 53 cm/s F) 63 cm/s

17) Hvor høyt over bordflaten virket kraften F ?

- A) 46 mm B) 41 mm C) 36 mm D) 31 mm E) 26 mm F) 21 mm

Oppgave 18 - 20: Et lodd med masse 4.00 kg henger i ei ideell vertikalstilt fjær med fjærkonstant 400 N/m. Når fjæra strekkes og loddet slippes, svinger loddet harmonisk opp og ned, med svak damping. Dampingskraften er proporsjonal med loddets hastighet, $f = -bv$, med dampingskonstant $b = 20.0$ g/s.

18) Hva er systemets egenfrekvens (for frie, dempede svingninger)?

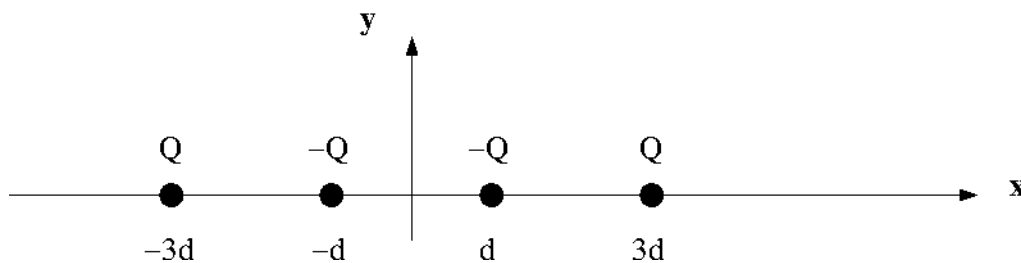
- A) 1.27 Hz B) 1.59 Hz C) 1.91 Hz D) 2.23 Hz E) 2.55 Hz F) 2.87 Hz

19) Hvor lang tid tar det før loddets utsvingsamplitude er redusert til 1/3 av opprinnelig verdi?

- A) 314 s B) 439 s C) 514 s D) 639 s E) 714 s F) 839 s

20) Anta nå at en ytre harmonisk kraft med amplitude 40 mN og vinkelfrekvens 10 s^{-1} har virket på loddet i ca en time. **Hva er loddets maksimale hastighet?**

- A) 1.0 m/s B) 1.5 m/s C) 2.0 m/s D) 2.5 m/s E) 3.0 m/s F) 3.5 m/s
-



Oppgave 21 - 25: Acetylen, C_2H_2 , er et lineært molekyl. Ladningsfordelingen i molekylet kan modelleres med negative punktladninger $-Q$ på C-atomene og positive punktladninger Q på H-atomene. Her antar vi at de tre bindingslengdene (H-C, $C\equiv C$, C-H) er like store og lik $2d$, og at systemets fire punktladninger ligger på x -aksen, med Q i $x = \pm 3d$ og $-Q$ i $x = \pm d$.

21) Hva er systemets elektriske dipolmoment, i enheten $Q \cdot d$?

- A) 1 B) 1/2 C) 2/3 D) 1/4 E) 0 F) 2/5

22) Potensialet på x -aksen, i posisjon $x = 5d$, kan skrives på formen $V = A \cdot Q/4\pi\epsilon_0 d$. Hva er verdien av A ? (Vi velger som vanlig $V = 0$ i uendelig avstand fra en gitt punktladning.)

- A) 5/24 B) 7/24 C) 11/24 D) 13/24 E) 17/24 F) 19/24

23) I hvilken retning peker det elektriske feltet på y -aksen, i posisjon $y = 5d$?

- A) I positiv x -retning. B) I negativ x -retning. C) I positiv y -retning.
D) I negativ y -retning. E) I positiv z -retning. F) I negativ z -retning.

24) I hvilken retning peker det elektriske feltet på x -aksen, i posisjon $x = 5d$?

- A) I positiv y -retning. B) I negativ y -retning. C) I positiv x -retning.
D) I negativ x -retning. E) I positiv z -retning. F) I negativ z -retning.

25) Systemets potensielle energi kan skrives på formen $U = B \cdot Q^2/4\pi\epsilon_0 d$. Hva er verdien av B ? (Vi velger som vanlig $U = 0$ med uendelig avstand mellom to punktladninger.)

- A) $-19/6$ B) $-17/6$ C) $-13/6$ D) $-11/6$ E) $-7/6$ F) $-5/6$

26) En elektrisk dipol har ladning pr lengdeenhet $\lambda(x) = \pm\lambda_0(x/L)^2$ der øvre fortegn gjelder for $0 \leq x \leq L$ og nedre fortegn gjelder for $-L \leq x \leq 0$. Hva er dipolens elektriske dipolmoment? Tips: To små ladninger $\pm dq$ i posisjon $\pm x$ bidrar med $dp = 2xdq$ til totalt dipolmoment.

- A) $\lambda_0 L^2/5$ B) $\lambda_0 L^2/4$ C) $\lambda_0 L^2/3$ D) $\lambda_0 L^2/2$ E) $\lambda_0 L^2$ F) $2\lambda_0 L^2$

27) Ei stor dielektrisk plate (isolator) med relativ permittivitet 3.5 er plassert på tvers i et uniformt ytre elektrisk felt med feltstyrke 55 V/cm. **Hvor mye ladning er induisert pr m^2 på den dielektriske platas overflater?**

- A) 25 nC B) 35 nC C) 45 nC D) 55 nC E) 65 nC F) 75 nC
-

28) Tre kapasitanser, hhv 2.0 nF, 5.0 nF og 7.0 nF, er koblet i serie. **Hva er seriekoblingens totale kapasitans?**

- A) 0.24 nF B) 1.2 nF C) 1.9 nF D) 10 nF E) 14 nF F) 32 nF
-

29) Tre kapasitanser, hhv 2.0 nF, 5.0 nF og 7.0 nF, er koblet i parallell. **Hva er parallellkoblingens totale kapasitans?**

- A) 0.24 nF B) 1.2 nF C) 1.9 nF D) 10 nF E) 14 nF F) 32 nF
-

30) En likespenning 30 kV kobles til de tre parallellkoblede kapasitansene i oppgave 29. **Hva blir ladningen på kondensatoren med kapasitans 5.0 nF?**

- A) 6.0 mC B) 1.5 mC C) 0.60 mC D) 0.15 mC E) 0.060 mC F) 0.015 mC
-

31) En likespenning 30.0 V kobles ved tidspunktet $t = 0$ til en seriekobling av en motstand 50.0 M Ω og en kapasitans 20.0 μF . **Hvor mange sekunder har det gått når spenningen over motstanden er 12.0 V?**

- A) 516 B) 596 C) 716 D) 796 E) 916 F) 996
-

32) Kalsiumioner med masse $40u$, ladning $2e$ og neglisjerbar kinetisk energi akselereres med en spenning 38 kV før de kommer inn i et område med et uniformt magnetfelt med feltstyrke 0.7 T og retning normalt på ionenes fartsretning. **Hva er radien i banen som kalsiumionene følger?**

- A) 42 cm B) 36 cm C) 30 cm D) 24 cm E) 18 cm F) 12 cm
-

33) En ringformet leder med radius 15 cm er plassert i xy -planet med sentrum i origo. Anta at det går en strøm 1.5 A i lederen. **Hva er magnetisk feltstyrke på z -aksen, i avstand 30 cm fra origo?**

- A) 0.38 μT B) 0.47 μT C) 0.56 μT D) 0.65 μT E) 0.74 μT F) 0.83 μT
-

34) En ringformet leder med radius 15 cm er plassert i xy -planet med sentrum i origo. Anta at det går en strøm 1.5 A i lederen. Lederen plasseres i et uniformt ytre magnetfelt med feltstyrke 5.0 T og retning langs x -aksen. **Hva er netto dreiemoment på lederen?**

- A) 0.53 Nm B) 0.92 Nm C) 1.3 Nm D) 1.7 Nm E) 2.1 Nm F) 2.5 Nm
-

35) En ringformet leder med radius 15 cm er plassert i xy -planet med sentrum i origo. Lederen plasseres i et uniformt ytre magnetfelt med feltstyrke 0.7 T og retning langs x -aksen. Lederen roterer om y -aksen med omløpstid 26 ms. **Hva er amplituden til den induerte harmoniske spenningen i lederen?**

- A) 10 V B) 12 V C) 14 V D) 16 V E) 18 V F) 20 V
-

36) En vekselspenningskilde $V(t) = V_0 \sin \omega t$ med amplitude 25 V og frekvens 50 Hz er koblet til en parallellkobling av to motstander, begge 21 Ω . **Hva er midlere effekt tilført av spenningskilden?**

- A) 30 W B) 37 W C) 44 W D) 51 W E) 58 W F) 65 W
-

37) Potensialene V_1 og V_2 på to adskilte ledere svinger harmonisk med amplitude 25 V og frekvens 50 Hz. Det er en faseforskjell $\pi/6$ mellom V_1 og V_2 . **Hva er amplituden til spenningen $V_2 - V_1$ mellom de to lederne?** Oppgitt: $\sin a - \sin b = 2 \cos \left(\frac{a+b}{2} \right) \sin \left(\frac{a-b}{2} \right)$

- A) 25 V B) 8.4 V C) 13 V D) 1.2 V E) 34 V F) 43 V
-

Oppgave 38 - 40: En seriekobling av en induktans, en kapasitans og en motstand har komponentverdiene hhv 400 mH, 0.250 mF og 20.0 m Ω . Kondensatoren har i utgangspunktet en ladning ± 2.50 mC. En bryter lukkes slik at en strøm kan gå i kretsen. (Tips: Mekanisk analogi.)

38) Etter at bryteren lukkes varierer strømmen harmonisk med tiden. **Hva er svingetiden (perioden)?**

- A) 72 ms B) 63 ms C) 54 ms D) 45 ms E) 36 ms F) 27 ms

39) Ladningen på kondensatoren varierer også harmonisk med tiden. **Hva er amplituden til kondensatorladningen 80 sekunder etter at bryteren ble lukket?**

- A) 0.34 mC B) 0.47 mC C) 0.60 mC D) 0.73 mC E) 0.86 mC F) 0.99 mC

40) En vekselspenning med amplitude 50 mV og vinkelfrekvens 100 s $^{-1}$ kobles til LCR svingekretsen, og vi venter noen minutter før vi måler strømmen. **Hva er amplituden til strømmen i kretsen?**

- A) 1.0 A B) 1.5 A C) 2.0 A D) 2.5 A E) 3.0 A F) 3.5 A
-