

1) En Tesla Model 3 Performance hevdes på britiske nettsider å kunne akselerere fra 0 til 62 mph (miles per hour) i løpet av 3.3 sekunder. 1 mile er 1609.34 m. **Hva er da akselerasjonen i enheten g der g er tyngdens akselerasjon?**

- A) 0.36 B) 0.46 C) 0.56 D) 0.66 E) 0.76 F) 0.86
-

Oppgave 2 - 4: En maratonløper løper med fart $v(t) = v_0 [1 - \exp(-t/\tau)]$. Her er t tiden målt i sekunder etter start. De to konstantene har verdi $v_0 = 5.0$ m/s og $\tau = 2.0$ s.

2) **Hva er maratonløperens maksimale akselerasjon?**

- A) 1.5 m/s² B) 2.0 m/s² C) 2.5 m/s² D) 3.0 m/s² E) 3.5 m/s² F) 4.0 m/s²

3) **Hva er maratonløperens maksimale fart?**

- A) 2.5 m/s B) 3.0 m/s C) 4.0 m/s D) 5.0 m/s E) 7.5 m/s F) 10 m/s

4) **Hvor lang tid bruker maratonløperen på en maraton, 42195 m?**

- A) 1 h 50 min B) 2 h 20 min C) 2 h 50 min D) 3 h 20 min E) 3 h 50 min F) 4 h 20 min
-

Oppgave 5 - 7: Ei lita og kompakt kule ruller uten å gli på en krum bane. Kulas massesenter følger banen

$$y = y_0 (\xi^4 - \xi^2).$$

Her er $y_0 = 0.020$ m, og $\xi = x/x_0$ med $x_0 = 1.00$ m. Koordinatene x og y angir hhv horisontal og vertikal posisjon. Kula starter ved $\xi = -2$ med starthastighet lik null og ruller til $\xi = 1$.

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

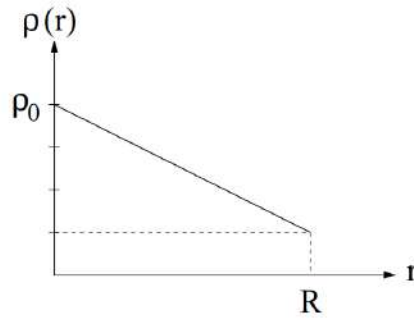
- A) 44 B) 39 C) 34 D) 29 E) 24 F) 19

6) **Hva er kulas fart i sluttposisjonen $\xi = 1$?**

- A) 1.5 m/s B) 1.8 m/s C) 2.1 m/s D) 2.4 m/s E) 2.7 m/s F) 3.0 m/s

7) **Hva er banens krumningsradius i $\xi = 0$?**

- A) 25 m B) 35 m C) 45 m D) 25 cm E) 35 cm F) 45 cm
-



8) Figuren over viser massetettheten ρ som funksjon av avstanden r fra senteraksen til en sylinder med lengde L og radius R . Sylindere er et stivt legeme. Sylindere masse kan skrives på formen $M = \beta \rho_0 R^2 L$. **Hva blir tallverdien av β ?**

Oppgitt: $dV = 2\pi L r dr$, $dm = \rho dV$

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

9) En kloss sendes nedover et langt skråplan med helningsvinkel 10° . Kinetisk friksjonskoeffisient mellom klossen og underlaget er $\mu = 0.35$. Klossens starthastighet er $v_0 = 1.2$ m/s. **Hvor langt glir klossen før den stopper?**

- A) 21 cm B) 32 cm C) 43 cm D) 54 cm E) 65 cm F) 76 cm



10) Anta at klossene med masse m (fart v_0 før kollisjonen) og $2m$ (i ro før kollisjonen) kolliderer delvis uelastisk. Umiddelbart etter kollisjonen har klossen med masse $2m$ en fart $2v_0/5$ (mot høyre, selvsagt). **Hvor stor andel av opprinnelig kinetisk energi er bevart etter kollisjonen?**

- A) 6% B) 16% C) 26% D) 36% E) 46% F) 56%

11) Anta nå at de samme to klossene kolliderer fullstendig elastisk. **Hva er da farten til klossen med masse $2m$ etter kollisjonen?**

- A) $v_0/6$ B) $v_0/5$ C) $2v_0/3$ D) $2v_0/5$ E) $v_0/3$ F) $v_0/2$

Oppgave 12 - 14: Fire punktmasser ligger i xy -planet, en masse m i origo, masser $2m$ i $(x, y) = (a, 0)$ og i $(0, a)$, samt en masse m i (a, a) . Vi beregner treghetsmomenter i enheten ma^2 i disse tre oppgavene.

12) **Hva er treghetsmomentet mhp z -aksen?**

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6 F) 7

13) Hva er treghetsmomentet mhp y -aksen?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6 F) 7

14) Hva er treghetsmomentet mhp en akse gjennom origo og (a, a) ?

- A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6 F) 7
-

15) Ei kompakt kule med masse 141 g, diameter 52.5 mm og dragkoeffisient 0.47 slippes fra 5. etasje i Realfagbygget. **Hva blir terminalfarten i luft med tetthet 1.23 kg/m^3 ?**

Oppgitt: Luftmotstand $f = 0.5\rho AC_d v_t^2$.

- A) 17 m/s B) 27 m/s C) 37 m/s D) 47 m/s E) 57 m/s F) 67 m/s
-

Oppgave 16 - 20: Foucaultpendelen i Realfagbygget kan med svært god tilnærming betraktes som en matematisk pendel med lengde $L = 25.0 \text{ m}$. Metallkula som svinger fram og tilbake med små utsving fra likevekt, har masse $M = 40.0 \text{ kg}$. Kulas maksimale utsving fra likevekt, målt horisontalt, er $x_0 = 100 \text{ cm}$.

16) Hvor stor er forskjellen mellom kulas maksimale og minimale potensielle energi i løpet av pendelbevegelsen?

- A) $7.84 \mu\text{J}$ B) 7.84 mJ C) 7.84 J D) 7.84 kJ E) 7.84 MJ F) 7.84 GJ

17) Hva er pendelens svingetid?

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

18) Kulas maksimale hastighet er 62.6 cm/s . **Hva er det maksimale snordraget?**

- A) 293 N B) 393 N C) 493 N D) 593 N E) 693 N F) 793 N

19) Anta at kula er kompakt og med uniform massetetthet 7.85 g/cm^3 (stål). **Hva er i såfall kulas diameter?**

- A) 113 mm B) 133 mm C) 153 mm D) 173 mm E) 193 mm F) 213 mm

20) Uten en liten dytt for hver svingning ville pendelen svinge med mindre og mindre vinkelamplitude, $\alpha(t) = \alpha_0 \exp(-t/\tau)$. Anta at vinkelamplituden avtar fra 2.29° til 1.63° i løpet av en time. **Hvor stor er omtrent tidskonstanten τ ?**

- A) 6 timer B) 5 timer C) 4 timer D) 3 timer E) 2 timer F) 1 time

Oppgave 21 - 25: Tre punktladninger $-q$, $-2q$ og $3q$ er plassert på x -aksen i hhv $x = 0$, $x = a$ og $x = 2a$. Vi antar at $q > 0$ og $a > 0$.

21) Hva er systemets elektriske dipolmoment, i enheten qa ?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5 F) 6

22) Potensialet på x -aksen, i posisjon $x = 3a$, kan skrives på formen $V = A \cdot q/4\pi\epsilon_0 a$. **Hva er verdien av A ?** (Vi velger som vanlig $V = 0$ i uendelig avstand fra en gitt punktladning.)

- A) $5/3$ B) $7/3$ C) $11/3$ D) $13/3$ E) $17/3$ F) $19/3$

23) Den elektriske feltstyrken på x -aksen, i posisjon $x = 3a$, kan skrives på formen $E = B \cdot q/4\pi\epsilon_0 a^2$. **Hva er verdien av B ?**

- A) $29/18$ B) $31/18$ C) $35/18$ D) $37/18$ E) $41/18$ F) $43/18$

24) Den elektriske kraften på ladningen $-q$ fra de to andre kan skrives på formen $F = C \cdot q^2/4\pi\epsilon_0 a^2$. **Hva er verdien av C ?**

- A) $3/4$ B) $5/4$ C) $7/4$ D) $9/4$ E) $11/4$ F) $13/4$

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

- A) $-3/2$ B) $-5/2$ C) $-7/2$ D) $-9/2$ E) $-11/2$ F) $-13/2$
-

26) En elektrisk dipol har ladning pr lengdeenhet

$$\lambda(x) = \lambda_0 \frac{\sin^2(\pi x/L)}{(\pi x/L)}$$

for $-L \leq x \leq L$. **Hva er dipolens elektriske dipolmoment?**

Tips: En liten ladning $dq = \lambda(x) dx$ på intervallet $(x, x + dx)$ bidrar med $dp = x dq$ til totalt dipolmoment.

Oppgitt: $\sin^2 y = (1 + \cos 2y)/2$

- A) $\lambda_0 L^2/\pi$ B) $\lambda_0 L^2/e$ C) $\lambda_0 L^2$ D) $\lambda_0 L^2/2$ E) $\lambda_0 L^2/5$ F) $\lambda_0 L^2/7$
-

27) Ei stor dielektrisk plate (isolator) med relativ permittivitet 5.5 er plassert på tvers i et uniformt ytre elektrisk felt med feltstyrke 55 V/cm. **Hva er den elektriske feltstyrken inni den dielektriske plata?**

- A) 1.0 V/m B) 10 V/m C) 55 V/m D) 100 V/m E) 1.0 kV/m F) 10 kV/m
-

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

- A) 2.0 nF B) 5.0 μF C) 7.0 mF D) 14 nF E) 14 μF F) 14 mF
-

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

- A) 2.0 nF B) 5.0 μF C) 7.0 mF D) 14 nF E) 14 μF F) 14 mF

30) En likespenning 27 V kobles til de tre parallellkoblede kapasitansene i oppgave 29. **Hva blir ladningen på kondensatoren med kapasitans 7.0 mF?**

- A) 0.23 C B) 0.19 C C) 0.15 C D) 0.11 C E) 0.07 C F) 0.03 C
-

31) En likespenning 27.0 V kobles ved tidspunktet $t = 0$ til en seriekobling av en motstand 72.0 M Ω og en kapasitans 11.0 μF . **Hvor mange sekunder har det gått når spenningen over motstanden er 13.0 V?**

- A) 328 B) 379 C) 528 D) 579 E) 728 F) 779
-

32) Nikkelioner med masse $58u$, ladning $+2e$, og neglisjerbar kinetisk energi akselereres med en spenning 72 kV før de kommer inn i et område med et uniformt magnetfelt med feltstyrke 0.72 T og retning normalt på ionenes fartsretning. **Hva er radien i banen som nikkellionene følger?**

- A) 14 cm B) 17 cm C) 20 cm D) 23 cm E) 26 cm F) 29 cm
-

33) I en ringformet leder med diameter 75 cm går det en strøm 4.4 A. **Hva er magnetisk feltstyrke i sentrum av ringen?**

- A) 3.2 μT B) 4.7 μT C) 5.6 μT D) 6.5 μT E) 7.4 μT F) 8.3 μT
-

34) En ringformet leder med diameter 75 cm er plassert i xy -planet med sentrum i origo. Anta at det går en strøm 4.4 A i lederen. Lederen plasseres i et uniformt ytre magnetfelt med feltstyrke 4.4 T og retning langs x -aksen. **Hva er netto dreiemoment på lederen?**

- A) 9.1 Nm B) 8.6 Nm C) 8.1 Nm D) 7.6 Nm E) 7.1 Nm F) 6.6 Nm
-

35) En ringformet leder med diameter 75 cm er plassert i xy -planet med sentrum i origo. Lederen plasseres i et uniformt ytre magnetfelt med feltstyrke 0.72 T og retning langs x -aksen. Lederen roterer om y -aksen med omløpstid 44 ms. **Hva er amplituden til den induerte harmoniske spenningen i lederen?**

- A) 35 V B) 45 V C) 55 V D) 65 V E) 75 V F) 85 V
-

36) En vekselspenningskilde $V(t) = V_0 \sin \omega t$ med amplitude 325 V og frekvens 50 Hz er koblet til en motstand $2.73 \text{ k}\Omega$. **Hva er midlere effekt tilført av spenningskilden?**

- A) 13.3 W B) 15.3 W C) 17.3 W D) 19.3 W E) 21.3 W F) 23.3 W
-

37) Potensialene V_1 og V_2 på to adskilte ledere svinger harmonisk med amplitude 15 V og frekvens 50 Hz. Det er en faseforskjell $\pi/3$ 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) 15 V B) 20 V C) 25 V D) 30 V E) 35 V F) 40 V
-

Oppgave 38 - 40: En seriekobling av en induktans, en kapasitans og en motstand har komponentverdiene hhv 250 mH, 0.625 mF og $18.0 \text{ m}\Omega$. Kondensatoren har i utgangspunktet en ladning $\pm 1.89 \text{ mC}$. 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) 29 ms B) 39 ms C) 49 ms D) 59 ms E) 69 ms F) 79 ms
-

39) Ladningen på kondensatoren varierer også harmonisk med tiden. (Svakt dempet harmonisk svingning.) **Hva er amplituden til kondensatorladningen 60 sekunder etter at bryteren ble lukket?**

- A) 0.10 mC B) 0.16 mC C) 0.22 mC D) 0.28 mC E) 0.34 mC F) 0.40 mC
-

40) En vekselspenning med amplitude 60 mV og vinkelfrekvens 80 s^{-1} kobles til LCR svingekretsen, og vi venter noen minutter før vi måler strømmen. **Hva er amplituden til strømmen i kretsen?**

- A) 1.1 A B) 2.2 A C) 3.3 A D) 4.4 A E) 5.5 A F) 6.6 A
-