

Oppgave 1–6

1) Hvor mange hele omløp per minutt (rpm) tilsvarer en vinkelhastighet $3.14 \cdot 10^4$ rad/s?
A) $8 \cdot 10^5$ rpm B) $7 \cdot 10^5$ rpm C) $6 \cdot 10^5$ rpm D) $5 \cdot 10^5$ rpm E) $4 \cdot 10^5$ rpm F) $3 \cdot 10^5$ rpm

2) En kontrollmåling av volumet til innholdet i ti flasker gav følgende resultater, i enheten mL: 746, 752, 750, 747, 751, 750, 754, 749, 753, 748. Hva er gjennomsnittlig volum?
A) 748 mL B) 749 mL C) 750 mL D) 751 mL E) 752 mL F) 753 mL

Oppgave 3 – 6: En karusell starter ved tidspunktet $t = 0$ og har vinkelfart

$$\omega(t) = \omega_0 \sin(\omega_1 t),$$

med $\omega_0 = 0.20$ rad/s og $\omega_1 = 0.020$ rad/s. Karusellen stopper etter ca 157 sekunder.

3) Hva er karusellens maksimale vinkelfart?

A) 0.20 rad/s B) 0.22 rad/s C) 0.24 rad/s D) 0.26 rad/s E) 0.28 rad/s F) 0.30 rad/s

4) Ole står ytterst på karusellen, i avstand 4.0 m fra karusellens sentrum. Hva er Oles fart 20 sekunder etter karusellen startet?

A) 16 cm/s B) 21 cm/s C) 26 cm/s D) 31 cm/s E) 36 cm/s F) 41 cm/s

5) Hva er Oles akselerasjon 78.5 sekunder etter karusellen startet?

A) 0.04 m/s² B) 0.07 m/s² C) 0.10 m/s² D) 0.13 m/s² E) 0.16 m/s² F) 0.19 m/s²

6) Hvor mange runder roterer karusellen før den stopper?

A) 1.2 B) 1.6 C) 2.0 D) 2.4 E) 2.8 F) 3.2

Oppgave 7–12

Oppgave 7 - 12: Ei lita og kompakt kule har radius $r = 1.00$ cm og masse $m = 30.0$ g. Kula ruller uten å gli på en bane slik at kulas massesenter følger banen

$$y(x) = A[1 - \sin(2\pi x/L)].$$

Her er $A = 10.0$ cm, $L = 140.0$ cm, og banen går fra $x = 0$ til $x = L$. Koordinatene x og y angir hhv horisontal og vertikal posisjon for kulas massesenter. Kula starter i $(x, y) = (0, A)$ med starthastighet 130 cm/s.

7) Hva er absoluttverdien av banens helningsvinkel i startposisjonen, målt i grader?

- A) 24 B) 27 C) 30 D) 33 E) 36 F) 39

8) Hva er kulas fart ved $x = 70.0$ cm?

- A) 1.02 m/s B) 1.09 m/s C) 1.16 m/s D) 1.23 m/s E) 1.30 m/s F) 1.37 m/s

9) Hva er kulas maksimale fart?

- A) 1.46 m/s B) 1.52 m/s C) 1.58 m/s D) 1.64 m/s E) 1.70 m/s F) 1.76 m/s

10) Hva er normalkraften mellom banen og kula i banens topp-punkt?

- A) 0.03 N B) 0.08 N C) 0.13 N D) 0.18 N E) 0.23 N F) 0.28 N

11) Hva er friksjonskraften mellom banen og kula i banens topp-punkt?

- A) 0.30 N B) 0.12 N C) 0.00 N D) 0.06 N E) 0.24 N F) 0.18 N

12) Hva er riktig uttrykk for absoluttverdien av kulas totale dreieimpuls, relativt startposisjonen $(0, A)$, når den passerer banens bunnpunkt? Her er kulas fart v_b .

- A) $mv_b(A - 2r/5)$ B) $mv_b(2A + r/5)$ C) mv_bL D) mv_bA E) $mv_b(r - A/5)$ F) $mv_b(L - A)$
-

Oppgave 13–18

13) En kloss med masse 15 kg ligger i utgangspunktet i ro, men påvirkes så av en konstant kraft 25 N. **Hvor lang tid tar det før klossen tilføres en effekt 200 W?**

- A) 2.8 s B) 3.8 s C) 4.8 s D) 5.8 s E) 6.8 s F) 7.8 s

14) Ei stang med lengde 100 cm, masse 500 g og jevn massefordeling har ei lita kule med masse 100 g festet i den ene enden. **Hva er avstanden fra kula til systemets massesenter?**

- A) 17 cm B) 22 cm C) 27 cm D) 32 cm E) 37 cm F) 42 cm

15) Systemet i oppgave 14 roterer med vinkelhastighet 10 rad/s om en akse normalt på stanga, gjennom den enden av stanga der kula ikke er festet. **Hva er systemets rotasjonsenergi?**

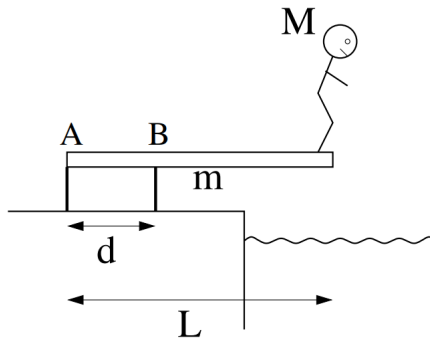
- A) 53 J B) 23 J C) 63 J D) 13 J E) 43 J F) 23 J

16) En kloss med masse 50 g og fart 65 cm/s kolliderer i et sentralt støt med en like tung kloss som står i ro. Etter kollisjonen har den ene klossen fart 25 cm/s. **Hvor mye kinetisk energi går tapt i denne delvis uelastiske kollisjonen?**

- A) 0.5 mJ B) 1.4 mJ C) 2.3 mJ D) 3.2 mJ E) 4.1 mJ F) 5.0 mJ

17) En tennisball (opprinnelig i ro) med masse 57.5 g oppnår en fart 179 km/h etter en kollisjon (med en racket) som varer i 8.6 ms. **Hva er gjennomsnittlig kraft på ballen i løpet av kollisjonen?**

- A) 241 N B) 332 N C) 423 N D) 514 N E) 605 N F) 696 N



18) En stuper med masse $M = 66.0$ kg står på kanten av et stupebrett med lengde $L = 3.30$ m og (jevnt fordelt) masse $m = 25.0$ kg. Stupebrettet er festet til to stenger som vist i figuren. Stengene står en avstand $d = 1.10$ m fra hverandre. **Hvor stor kraft virker på stupebrettet fra stanga helt innerst, i posisjonen merket A i figuren?**

- A) 0.42 kN B) 1.42 kN C) 2.42 kN D) 3.42 kN E) 4.42 kN F) 5.42 kN

Oppgave 19–24

Oppgave 19 - 20: En kloss med masse 42 g er festet til ei ideell fjær og svinger harmonisk med periode 3.1 s.

19) Hva er fjærkonstanten?

- A) 0.11 N/m B) 0.17 N/m C) 0.23 N/m D) 0.29 N/m E) 0.35 N/m F) 0.41 N/m

20) Klossens svingninger er svakt dempet, og friksjonskraften er proporsjonal med klossens fart, $f = -bv$, med $b = 0.00034 \text{ N s/m}$. Hvor lenge svinger klossen før amplituden er redusert med 10 prosent?

- A) 16 s B) 21 s C) 26 s D) 31 s E) 36 s F) 41 s
-

Oppgave 21 - 24: To protoner (ladning e) ligger fast, med innbyrdes avstand 5.00 nm.

21) Med null potensial uendelig langt unna protonene, hva er potensialet midt mellom de to protonene?

- A) 5.15 V B) 4.15 V C) 3.15 V D) 2.15 V E) 1.15 V F) 0.15 V

22) Hva er den elektriske feltstyrken i avstand 8.00 nm fra det ene og 3.00 nm fra det andre protonet?

- A) 182 MV/m B) 282 MV/m C) 382 MV/m D) 482 MV/m E) 582 MV/m F) 682 MV/m

23) Systemet med de to protonene utvides med en partikkel med negativ ladning $-2e$. Denne plasseres i avstand 8.0 nm fra det ene og 3.00 nm fra det andre protonet. Hva er dette systemets elektriske dipolmoment?

- A) $1.76 \cdot 10^{-21} \text{ Cm}$ B) $1.76 \cdot 10^{-23} \text{ Cm}$ C) $1.76 \cdot 10^{-25} \text{ Cm}$
D) $1.76 \cdot 10^{-27} \text{ Cm}$ E) $1.76 \cdot 10^{-29} \text{ Cm}$ F) $1.76 \cdot 10^{-31} \text{ Cm}$

24) Null potensiell energi velges med uendelig innbyrdes avstand mellom de tre partiklene. Hva er da systemets potensielle energi når partiklene er plassert som i oppgave 23?

(Tips: $U_{ij} = q_i q_j / (4\pi\epsilon_0 r_{ij})$)

- A) -0.43 eV B) -0.73 eV C) -1.03 eV D) -1.33 eV E) -1.63 eV F) -1.93 eV
-

Oppgave 25–30

25) En ideell platekondensator har kvadratiske metallplater med sidekanter 10.0 cm i innbyrdes avstand 2.00 mm. Volumet mellom kondensatorplatene er fylt med en isolator med relativ permittivitet 3.60. Ladningen på kondensatorplatene er ± 120 nC. **Hva er spenningen mellom kondensatorplatene?**

- A) 253 V B) 353 V C) 453 V D) 553 V E) 653 V F) 753 V
-

26) En seriekobling av to kapasitanser 2.0 nF og 3.0 nF er parallellkoblet med en tredje kapasitans 4.0 nF. **Hva er systemets totale kapasitans?**

- A) 2.2 nF B) 3.2 nF C) 4.2 nF D) 5.2 nF E) 6.2 nF F) 7.2 nF
-

27) En seriekobling av to motstander $2.0\ \Omega$ og $3.0\ \Omega$ er parallellkoblet med en tredje motstand $4.0\ \Omega$. **Hva er systemets totale motstand?**

- A) $1.2\ \Omega$ B) $2.2\ \Omega$ C) $3.2\ \Omega$ D) $4.2\ \Omega$ E) $5.2\ \Omega$ F) $6.2\ \Omega$
-

28) De to systemene i oppgave 26 og 27 seriekobles. **Hva blir kretsens tidskonstant?**

- A) 12 ps B) 12 ns C) 12 ms D) 12 s E) $12\ \mu\text{s}$ F) 12 fs
-

Oppgave 29–30: En likespenning 0.25 V kobles til en titantråd med tverrsnitt $1.0\ \text{mm}^2$ og lengde 80 cm. Elektrisk ledningsevne til titan er $2.38\ \text{MS/m}$.

29) **Hva blir strømstyrken i titantråden?**

- A) 0.34 A B) 0.44 A C) 0.54 A D) 0.64 A E) 0.74 A F) 0.84 A

30) Anta en midlere tid $\tau = 10^{-14}$ s mellom kollisjoner for frie elektroner i titan. **Hva er da konsentrasjonen n av frie elektroner i titan, ifølge Drudes modell?**

- A) $3.5 \cdot 10^{27}\ \text{m}^{-3}$ B) $3.5 \cdot 10^{23}\ \text{m}^{-3}$ C) $3.5 \cdot 10^{19}\ \text{m}^{-3}$
D) $8.5 \cdot 10^{27}\ \text{m}^{-3}$ E) $8.5 \cdot 10^{23}\ \text{m}^{-3}$ F) $8.5 \cdot 10^{19}\ \text{m}^{-3}$
-

Oppgave 31–36

Oppgave 31–32: Elektroner med kinetisk energi 6.0 eV går i sirkelbane med radius 3.7 mm i et uniformt magnetfelt.

31) Hva er feltstyrken?

- A) 6.2 mT B) 5.2 mT C) 4.2 mT D) 3.2 mT E) 2.2 mT F) 1.2 mT

32) Hva er elektronenes banedreieimpuls? (Med sirkelbanens sentrum som referansepunkt.)

- A) $4.9 \cdot 10^{-19}$ Js B) $4.9 \cdot 10^{-21}$ Js C) $4.9 \cdot 10^{-23}$ Js
D) $4.9 \cdot 10^{-25}$ Js E) $4.9 \cdot 10^{-27}$ Js F) $4.9 \cdot 10^{-29}$ Js
-

Oppgave 33–34: Magnetfeltet i posisjon $\mathbf{r}$ fra en liten magnetisk dipol i origo med dipolmoment $\mathbf{m}$ kan uttrykkes på formen

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi r^3} [3\hat{r}(\mathbf{m} \cdot \hat{r}) - \mathbf{m}],$$

dvs summen av en radiell komponent og en komponent i motsatt retning av $\mathbf{m}$. Uranus (omtrent ei kule med radius ca 25000 km) tilsvarer en magnetisk dipol i sentrum med $m = 3.9 \cdot 10^{24}$ Am².

33) Hva er magnetfeltstyrken 5000 km over planetens magnetiske nordpol?

Tips: I denne retningen er enhetsvektorene $\hat{r}$ og $\hat{m}$ parallelle.

- A) 13 μ T B) 21 μ T C) 29 μ T D) 37 μ T E) 45 μ T F) 53 μ T

34) Hva er gjennomsnittlig magnetisering i planeten Uranus?

- A) 60 A/m B) 65 A/m C) 70 A/m D) 75 A/m E) 80 A/m F) 85 A/m
-

35) En ideell spole har 400 viklinger rundt en umagnetisk kjerne med diameter 2.0 cm og lengde 10 cm. Hva er spolens induktans?

- A) 0.73 mH B) 0.63 mH C) 0.53 mH D) 0.43 mH E) 0.33 mH F) 0.23 mH
-

36) To ideelle spoler har hhv 200 og 400 viklinger rundt samme umagnetiske kjerne med diameter 3.0 cm og lengde 15 cm. Hva er spolenes gjensidige induktans?

- A) 0.47 mH B) 0.57 mH C) 0.67 mH D) 0.77 mH E) 0.87 mH F) 0.97 mH
-

Oppgave 37–40

Oppgave 37–40: En elektrisk krets består av en induktans 0.15 H , en kapasitans 0.96 mF og en motstand $0.15\text{ m}\Omega$. De tre komponentene er koblet i serie. Kondensatoren har i utgangspunktet en ladning $\pm 0.45\text{ mC}$. En bryter lukkes ved tidspunktet $t = 0$, og en svakt dempet harmonisk varierende strøm begynner å gå i kretsen.

37) Hva er spenningen mellom kondensatorplatene ved tidspunktet $t = 0$?

- A) 0.27 V B) 0.37 V C) 0.47 V D) 0.57 V E) 0.67 V F) 0.77 V
-

38) Hvor lang tid tar det før amplituden til spenningen over kondensatoren er redusert til 25% av startverdien?

- A) 36 minutter B) 46 minutter C) 56 minutter
D) 66 minutter E) 76 minutter F) 86 minutter
-

39) Hva er kretsens Q-faktor (evt godhetsfaktor)?

- A) $8.3 \cdot 10^4$ B) $8.3 \cdot 10^5$ C) $8.3 \cdot 10^6$ D) $8.3 \cdot 10^7$ E) $8.3 \cdot 10^8$ F) $8.3 \cdot 10^9$
-

40) En vekselspenningskilde med amplitude 3.3 mV kobles til svingekretsen. Spenningskildens frekvens justeres slik at kretsen drives på resonans. Hva blir strømamplituden?

- A) 10 A B) 14 A C) 18 A D) 22 A E) 26 A F) 30 A
-