

Oppgave 1–6

Oppgave 1–6: I *snooker* spilles det med kompakte kuler med diameter 52.5 mm og masse 142 g.

1) Vi tar med ei snookerkule til planeten Mars, der tyngdens akselerasjon er 3.71 m/s^2 ved overflaten. Atmosfæren på Mars er så tynn at vi kan se bort fra "luftmotstand". Kula slippes fra en høyde 20.0 m over bakken. **Hva er kulas fart når den lander?**

- A) 20.2 m/s B) 18.2 m/s C) 16.2 m/s D) 14.2 m/s E) 12.2 m/s F) 10.2 m/s

2) **Hvor lang tid bruker kula på å falle de 20.0 metrene?**

- A) 8.28 s B) 7.28 s C) 6.28 s D) 5.28 s E) 4.28 s F) 3.28 s

3) Vi tar snookerkula med tilbake til Jorden, der tyngdens akselerasjon er 9.81 m/s^2 . Her antar vi at luftmotstanden er proporsjonal med kvadratet av kulas fart, dvs $f = -kv^2$, med $k = 0.611 \text{ g/m}$. Vi ser bort fra oppdrift. **Hva er kulas maksimale fart (terminalfart) hvis den slippes fra et stillestående helikopter i stor høyde?**

- A) 52.7 m/s B) 47.7 m/s C) 42.7 m/s D) 37.7 m/s E) 32.7 m/s F) 27.7 m/s

4) **Hvor lang tid tar det fra vi slipper kula fra helikopteret til den har oppnådd en fart 25.0 m/s?**

- A) 2.83 s B) 3.33 s C) 3.83 s D) 4.33 s E) 4.83 s F) 5.33 s

Oppgitt:

$$\frac{1}{1 - c^2 x^2} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{1 + cx} + \frac{1}{1 - cx} \right) \quad ; \quad \int \frac{dx}{1 \pm cx} = \pm \frac{1}{c} \ln(1 \pm cx)$$

5) I denne og neste oppgave ligger kula i ro på ei tilnærmet friksjonsfri bordplate. Kula gis et kraftig horisontalt og sentralt støt i en høyde 15.0 mm over bordplata. Vi antar at det virker en konstant kraft 1.00 kN med varighet 1.00 ms. **Hva er kulas fart etter et slik støt?**

- A) 5.04 m/s B) 5.54 m/s C) 6.04 m/s D) 6.54 m/s E) 7.04 m/s F) 7.54 m/s

6) Etter støtet roterer kula (mot klokka) om en akse gjennom tyngdepunktet. **Hva er vinkelfarten?**

- A) 237 rad/s B) 287 rad/s C) 337 rad/s D) 387 rad/s E) 437 rad/s F) 487 rad/s
-

Oppgave 7–12

Oppgave 7 - 10: Ei lita og kompakt kule har radius 1.0 cm og masse 90 g. Kula ruller uten å gli på en bane slik at kulas massesenter følger banen

$$y(x) = A(1 + \cos kx).$$

Her er $A = 10.0$ cm og $k = \pi/100$ cm⁻¹. Koordinatene x og y angir hhv horisontal og vertikal posisjon for kulas massesenter. Kula starter i $(x, y) = (0, 2A)$ med starthastighet 5.0 cm/s. Banen går fra $x = 0$ til $x = 400$ cm.

7) Hva er banens maksimale helningsvinkel, målt i grader?

- A) 11 B) 14 C) 17 D) 20 E) 23 F) 26

8) Hva er kulas maksimale fart?

- A) 127 cm/s B) 137 cm/s C) 147 cm/s D) 157 cm/s E) 167 cm/s F) 177 cm/s

9) Hva er normalkraften fra banen på kula ved $x = 200$ cm?

- A) 0.88 N B) 0.77 N C) 0.66 N D) 0.55 N E) 0.44 N F) 0.33 N

10) Hva er kulas totale dreieimpuls relativt origo ved $x = 200$ cm?

- A) 0.62 mJ s B) 0.72 mJ s C) 0.82 mJ s D) 0.92 mJ s E) 1.02 mJ s F) 1.12 mJ s

Oppgave 11–12: Sentinel-1C er en jordobservasjonssatellitt bygget av Thales Alenia Space. Den ble skutt opp 5. desember 2024 og går i en sirkulær såkalt polar bane rundt Jorden med omløpstid (periode) 99 minutter. Satellitten kan ta bilder av Jorden med en oppløsning på 5×5 m. Jordens masse og radius er hhv $5.97 \cdot 10^{24}$ kg og 6371 km.

11) Hva er satellittens hastighet?

- A) 8.5 km/s B) 7.5 km/s C) 6.5 km/s D) 5.5 km/s E) 4.5 km/s F) 3.5 km/s

12) Hvor høyt over Jordens overflate befinner satellitten seg?

- A) 416 km B) 516 km C) 616 km D) 716 km E) 816 km F) 916 km
-

Oppgave 13–18

Oppgave 13–15: Tre masser, m , $2m$ og $3m$, befinner seg på et flatt og friksjonsfritt underlag. I utgangspunktet ligger m og $2m$ i ro.

13) Massen $3m$ kolliderer fullstendig uelastisk med massen m i et sentralt støt slik at de to massene henger sammen med felles fart etter støtet. **Hvor stor andel av opprinnelig kinetisk energi gikk tapt i kollisjonen?**

- A) 15% B) 20% C) 25% D) 30% E) 35% F) 40%

14) I neste omgang kolliderer massen $4m$ med massen $2m$ i et sentralt elastisk støt. Anta at massen $4m$ har fart v_0 før kollisjonen. **Hva er farten til massen $2m$ etter kollisjonen?**

- A) $4v_0/3$ B) $3v_0/4$ C) $2v_0$ D) $v_0/2$ E) $6v_0/5$ F) $5v_0/6$

15) Anta at massen $2m$ har fart v_1 i det den glir inn på et underlag der kinetisk friksjonskoeffisient er μ . **Hvor langt glir massen $2m$ på dette underlaget før den stopper?**

- A) $4v_1^2/\mu g$ B) $3v_1^2/\mu g$ C) $2v_1^2/\mu g$ D) $v_1^2/2\mu g$ E) $v_1^2/3\mu g$ F) $v_1^2/4\mu g$

Oppgave 16–17: Ei tynn stang med lengde $L = 100$ cm og masse $M = 500$ g ligger i ro på et flatt og friksjonsfritt underlag. Et lite prosjektil med neglisjerbar masse og høy hastighet (parallelt til underlaget), og dermed ikke neglisjerbar impuls $p_0 = 2.50$ kg m/s, treffer normalt på stanga nær den ene enden og blir sittende fast i stanga. Stangas massesenter får fart V , og stanga roterer omkring massesenteret med vinkelfart ω .

16) Hva er V ?

- A) 7.50 m/s B) 7.00 m/s C) 6.50 m/s D) 6.00 m/s E) 5.50 m/s F) 5.00 m/s

17) Hva er ω ?

- A) 30.0 rad/s B) 26.0 rad/s C) 22.0 rad/s D) 18.0 rad/s E) 14.0 rad/s F) 10.0 rad/s

18) En rakett med total startmasse $2.10 \cdot 10^5$ kg skal skytes vertikalt opp i tyngdefeltet. Motoren kan sende forbrent drivstoff (eksos) med en hastighet 2.75 km/s ut av raketten. **Hvor mye masse må sendes ut av raketten pr tidsenhet for å oppnå en startakselerasjon 11.6 m/s²?**

Oppgitt: $mdv/dt = udm/dt - mg$

- A) $1.88 \cdot 10^3$ kg/s B) $1.83 \cdot 10^3$ kg/s C) $1.78 \cdot 10^3$ kg/s
D) $1.73 \cdot 10^3$ kg/s E) $1.68 \cdot 10^3$ kg/s F) $1.63 \cdot 10^3$ kg/s

Oppgave 19–24

Oppgave 19 - 20: Fire tynne stenger, hver med lengde $L = 1.00$ m og masse $m = 250$ g, settes sammen til ei kvadratisk ramme. Den henges opp i det ene hjørnet slik at ramma (en fysisk pendel) kan svinge harmonisk om en akse som står vinkelrett på rammens plan.

19) Hva er svingetiden? Tips: Steiners sats.

- A) 1.28 s B) 1.58 s C) 1.88 s D) 2.18 s E) 2.48 s F) 2.78 s

20) Du halverer stengenes lengde og flytter pendelen til Mars (se oppgave 1). Hvordan påvirkes pendelens svingetid T ?

- A) T øker med 25% B) T øker med 15% C) T øker med 5%
D) T avtar med 5% E) T avtar med 15% F) T avtar med 25%

Oppgave 21 - 24: Fire punktladninger ligger fast på x -aksen: $\pm 2q$ i $x = \pm 2a$ og $\pm q$ i $x = \mp a$. Her er $q = 2.00$ nC og $a = 5.00$ cm.

21) Med null potensial uendelig langt unna, hva er potensialet på x -aksen i posisjon $x = 3a$?

- A) 986 V B) 886 V C) 786 V D) 686 V E) 586 V F) 486 V

22) Hva er den elektriske feltstyrken i origo?

- A) 6.70 kV/m B) 7.20 kV/m C) 7.70 kV/m
D) 8.20 kV/m E) 8.70 kV/m F) 9.20 kV/m

23) Hva er systemets elektriske dipolmoment?

- A) 600 pC m B) 800 pC m C) 600 nC m D) 800 nC m E) 600 μ C m F) 800 μ C m

24) Hva er systemets totale potensielle energi?

(Der null potensiell energi som vanlig velges med uendelig avstand mellom to punktladninger.)

- A) -7.00μ J B) -6.00μ J C) -5.00μ J D) -4.00μ J E) -3.00μ J F) -2.00μ J
-

Oppgave 25–30

25) To ideelle luftfylte platekondensatorer har sirkulære metallplater med radius 10.0 cm. Den ene har plateavstand 1.5 mm, den andre har plateavstand 3.0 mm. De to kondensatorene kobles i serie. **Hva blir total kapasitans?**

- A) 72 pF B) 62 pF C) 52 pF D) 42 pF E) 32 pF F) 22 pF

26) To ledere har sirkulært tverrsnitt med radius $10 \mu\text{m}$. Den ene har lengde 1.50 cm, den andre har lengde 3.00 cm. Begge er laget av sølv, med elektrisk ledningsevne 62 MS/m . De to lederne kobles i serie. **Hva blir total motstand?**

- A) 2.3Ω B) 3.4Ω C) 4.5Ω D) 5.6Ω E) 6.7Ω F) 7.8Ω

27) En likespenning 12.0 V kobles til en motstand 4.70Ω . **Hvor mye elektrisk energi tapes i motstanden i løpet av en time?**

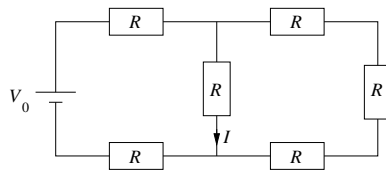
- A) 110 mJ B) 110 J C) 110 kJ D) 660 mJ E) 660 J F) 660 kJ

28) Du sjekker strømregningen og registrerer at du betaler 100 øre pr kWh, til tross for en viss strømstøtte. Derfor vurderer du å endre til såkalt Norgespris som koster 50 øre pr kWh. I resten av 2026 (1. mai til 31. desember) regner du med å bruke i gjennomsnitt 400 kWh pr måned. **Hvor mye sparer du i løpet av disse 8 månedene dersom du endrer til Norgespris, og dersom du kommer til å betale 100 øre pr kWh resten av året hvis du ikke endrer til Norgespris?**

- A) 8 kr B) 50 kr C) 100 kr D) 400 kr E) 1600 kr F) 2026 kr

29) Du skal designe en elektrisk krets som slukker ei lampe ca 20 sekunder etter at ei dør lukkes. Dette kan du få til med en enkel seriekobling av en motstand på $45 \text{ M}\Omega$ og en passende kondensator. Spenningen over kondensatoren er konstant lik 5.0 V inntil døra lukkes. Når døra lukkes, vil kondensatoren drive en strøm gjennom motstanden, hvoretter lampen slukkes når spenningen over kondensatoren er redusert til 1.0 V. **Hva skal kondensatorens kapasitans være?**

- A) $0.28 \mu\text{F}$ B) $0.41 \mu\text{F}$ C) $0.54 \mu\text{F}$ D) $0.67 \mu\text{F}$ E) $0.80 \mu\text{F}$ F) $0.93 \mu\text{F}$



30) I figuren er $V_0 = 15.0 \text{ V}$ og $R = 47 \Omega$. **Hva er strømmen I gjennom motstanden i midten?**

- A) 87 mA B) 76 mA C) 65 mA D) 54 mA E) 43 mA F) 32 mA

Oppgave 31–36

Oppgave 31–32: Et proteinion med masse $60 \cdot 10^3 u$ og ladning $50e$ befinner seg i et uniformt magnetfelt $B = B_0 \hat{y}$ med feltstyrke 4.50 T. Ionet passerer origo med hastighet $v = v_0 \hat{x} + v_0 \hat{y}$, der $v_0 = 330$ m/s.

31) Hva er radien i ionets bane i xz -planet?

- A) 0.51 mm B) 0.59 mm C) 0.71 mm D) 0.79 mm E) 0.91 mm F) 0.99 mm

32) Hvor lang tid bruker ionet på å bevege seg 55 mm i y -retning?

- A) 0.07 ms B) 0.12 ms C) 0.17 ms D) 0.22 ms E) 0.27 ms F) 0.32 ms
-

Oppgave 33–36: En spole har 200 viklinger som alle ligger i xy -planet med sentrum i origo, og som alle omslutter et sirkulært areal med praktisk talt like stor diameter 28.0 cm. Strømmen i spoletråden er 10.0 A.

33) Hva er spolens magnetiske dipolmoment?

- A) 103 A m² B) 123 A m² C) 143 A m² D) 163 A m² E) 183 A m² F) 203 A m²

34) Hva er den magnetiske feltstyrken på z -aksen i posisjon $z = 28.0$ cm?

- A) 0.53 mT B) 0.62 mT C) 0.71 mT D) 0.80 mT E) 0.89 mT F) 0.98 mT

35) Spoletråden har diameter 0.10 mm og er av kobber med elektrisk ledningsevne 58 MS/m. Hva er spoletrådets resistans?

- A) 746 Ω B) 656 Ω C) 566 Ω D) 476 Ω E) 386 Ω F) 296 Ω

36) En liten kvadratisk ledersløyfe med sidekanter 2.0 mm plasseres i xy -planet med sentrum i origo, og dermed i sentrum av spolen. Hva er den gjensidige induktansen mellom spolen og den kvadratiske lederen?

- A) 1.2 nH B) 2.4 nH C) 3.6 nH D) 4.8 nH E) 6.0 nH F) 7.2 nH
-

Oppgave 37–40

Oppgave 37–40: En harmonisk varierende vekselspanning med amplitude 1.50 V og justerbar frekvens skal drive en strøm i en seriekobling av en induktans, en kapasitans og en motstand.

37) Anta i denne og neste oppgave at induktansen er 25.0 mH og at kretsens resonansfrekvens skal være 500 Hz. **Hva må da kapasitansen være?**

- A) 1.55 μF B) 2.05 μF C) 2.55 μF D) 3.05 μF E) 3.55 μF F) 4.05 μF

38) Resonanskurven som beskriver midlere effekttap $\langle P \rangle$ som funksjon av frekvensen f skal ha en halvverdibredde som ikke overstiger 1 Hz. **Hva kan da kretsens motstand maksimalt være?**

- A) 157 m Ω B) 246 m Ω C) 335 m Ω D) 424 m Ω E) 513 m Ω F) 602 m Ω

39) I denne og neste oppgave antar vi komponentverdiene 66.5 mH, 885 pF og 420 m Ω , men med uendret vekselspenningskilde med amplitude 1.50 V. **Hva er midlere effekttap i motstanden når kretsen drives på resonans?**

- A) 1.69 W B) 2.68 W C) 3.67 W D) 4.66 W E) 5.65 W F) 6.64 W

40) Kondensatoren er fylt med et dielektrikum med relativ permittivitet 4.00 og har plateavstand 1.00 mm. **Hva er platearealet?**

- A) 400 cm² B) 350 cm² C) 300 cm² D) 250 cm² E) 200 cm² F) 150 cm²
-