

TFY4104 Fysikk Eksamen 5. desember 2024

Størrelser, symboler og enheter side 9; formler på separat pdf-ressurs

1) Moderne tannlegebor roterer med en vinkelfart som typisk angis i enheten rpm, dvs hele omløp pr minutt (*revolutions per minute*). **Hva er vinkelfarten i SI-enheten rad/s som tilsvarer 400000 rpm?**

- A) $9.7 \cdot 10^4$ B) $8.6 \cdot 10^4$ C) $7.5 \cdot 10^4$ D) $6.4 \cdot 10^4$ E) $5.3 \cdot 10^4$ F) $4.2 \cdot 10^4$
-

2) Fem fartsmålinger for ei rullende kule gir verdiene 141, 141, 143, 146, 148, alle i enheten cm/s. **Hva er standardavviket i måleserien?**

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

3) Ei kule skytes ut fra bakkenivå på en fotballbane, med startfart 25 m/s og med en retning 60° over horisontalen. **Hvor lang tid tar det før kula passerer banens høyeste punkt?**

- A) 0.7 s B) 1.0 s C) 1.3 s D) 1.6 s E) 1.9 s F) 2.2 s
-

Oppgave 4 - 6: En karusell starter ved tidspunktet $t = 0$ og har vinkelfart

$$\omega(t) = \omega_0 [1 - \cos(\omega_0 t)],$$

med $\omega_0 = 0.10 \text{ rad/s}$.

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

- A) 0.05 rad/s B) 0.10 rad/s C) 0.15 rad/s D) 0.20 rad/s E) 0.25 rad/s F) 0.30 rad/s

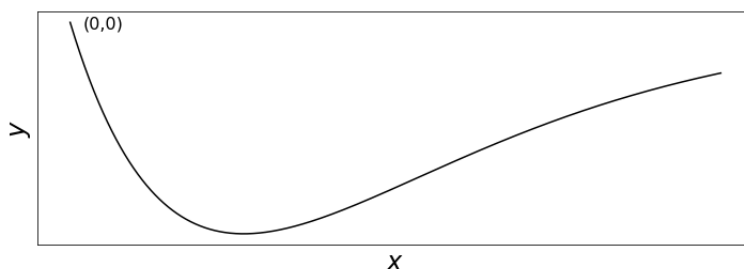
5) **Hva er karusellens maksimale vinkelakselerasjon?**

- A) 0.005 rad/s² B) 0.010 rad/s² C) 0.015 rad/s²
D) 0.020 rad/s² E) 0.025 rad/s² F) 0.030 rad/s²

6) **Hvor mange hele runder har karusellen rotert i løpet av de første 15 minuttene?**

- A) 6 B) 8 C) 10 D) 12 E) 14 F) 16

Oppgitt: $\int \cos x \, dx = \sin x$, $d \cos x / dx = -\sin x$.



Oppgave 7 - 9: Ei lita og kompakt kule ruller uten å gli på en krum bane. Kulas massesenter følger banen

$$y(x) = -ax \exp(-x/b).$$

Her er $a = 1.50$ (dimensjonsløs) og $b = 40.0$ cm. Koordinatene x og y angir hhv horisontal og vertikal posisjon (for kulas massesenter). Kula starter ved $x = 0$ med starthastighet lik null. Banen går fra $x = 0$ til $x = 140$ cm. Figuren over er en kvalitativ skisse av banen. Kurven starter i origo.

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

- A) 56 B) 51 C) 46 D) 41 E) 36 F) 31

8) Hva er kulas maksimale fart? Dette inntreffer i $x = b$.

- A) 226 cm/s B) 216 cm/s C) 206 cm/s D) 196 cm/s E) 186 cm/s F) 176 cm/s

9) Hvor er kulas akselerasjon normalt på banen lik null?

- A) I $x = 75$ cm B) I $x = 80$ cm C) I $x = 85$ cm
D) I $x = 90$ cm E) I $x = 95$ cm F) I $x = 100$ cm

10) En satellitt går i sirkulær bane over ekvator, med omløpsretning motsatt av jordas omløpsretning om sin egen akse, og slik at den passerer rett over et gitt sted ved ekvator hver 12. time. Hva er radien i satellittens bane?

- A) $27 \cdot 10^3$ km B) $32 \cdot 10^3$ km C) $37 \cdot 10^3$ km D) $42 \cdot 10^3$ km E) $47 \cdot 10^3$ km F) $52 \cdot 10^3$ km

Oppgitt: Jordas masse er $5.97 \cdot 10^{24}$ kg. Jorda roterer om sin egen akse med omløpstid 24 timer. Gravitasjonskonstanten er $6.67 \cdot 10^{-11}$ Nm²/kg².

11) En kloss med masse 0.14 kg ligger i utgangspunktet i ro, men påvirkes så av en konstant kraft 2.4 N. **Hvor lang tid tar det før klossens kinetiske energi øker med 0.75 kJ/s?**

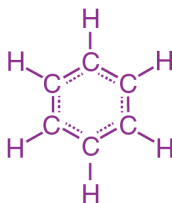
- A) 22 s B) 20 s C) 18 s D) 16 s E) 14 s F) 12 s
-

12) Ei stang med lengde 1.5 m, masse 4.5 kg og jevn massefordeling har ei lita kule med masse 1.5 kg festet i den ene enden. **Hva er avstanden fra kula til systemets massesenter?**

- A) 56 cm B) 51 cm C) 46 cm D) 41 cm E) 36 cm F) 31 cm
-

13) For systemet i oppgave 12, **hva er treghetsmomentet mhp en akse normalt på stanga, gjennom den enden av stanga der kula ikke er festet?**

- A) 3.8 kg m² B) 4.8 kg m² C) 5.8 kg m² D) 6.8 kg m² E) 7.8 kg m² F) 8.8 kg m²
-



14) Benzen, C₆H₆, er et plant og symmetrisk molekyl med C-C og C-H bindingslengder hhv 0.139 nm og 0.109 nm. Atommasser for C og H (punktmasser) er hhv 12u og 1u. (Oppgitt: Vinkelsummen i en sekskant er 720°.) **Hva er molekylets treghetsmoment mhp aksen gjennom massesenteret, normalt på molekylets plan?**

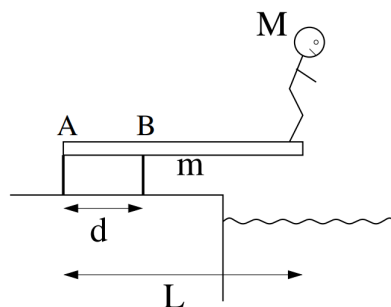
- A) 1.96 u nm² B) 1.86 u nm² C) 1.76 u nm²
D) 1.66 u nm² E) 1.56 u nm² F) 1.46 u nm²
-

15) En Tesla (2500 kg) med fart 72 km/h kolliderer fullstendig uelastisk med en Nissan Leaf (1750 kg) som står i ro. **Hvor mye kinetisk energi går tapt i kollisjonen?**

- A) 186 kJ B) 206 kJ C) 226 kJ D) 246 kJ E) 266 kJ F) 286 kJ
-

16) En tennisball (opprinnelig i ro) med masse 57.5 g oppnår en fart 313 km/h etter en kollisjon (med en racket) som varer i 5.0 ms. **Hva er gjennomsnittlig kraft på ballen i løpet av kollisjonen?**

- A) 2.2 kN B) 1.9 kN C) 1.6 kN D) 1.3 kN E) 1.0 kN F) 0.7 kN
-



17) En stuper med masse $M = 80.0$ kg står på kanten av et stupebrett med lengde $L = 3.00$ m og (jevnt fordelt) masse $m = 20.0$ kg. Stupebrettet er festet til to stenger som vist i figuren. Stengene står en avstand $d = 1.00$ m fra hverandre. **Hvor stor kraft virker på stupebrettet fra stanga helt innerst, i posisjonen merket A i figuren?**

- A) 1.07 kN B) 1.27 kN C) 1.47 kN D) 1.67 kN E) 1.87 kN F) 2.07 kN

Oppgave 18 - 20: Rampenissen har vært innom Realfagbygget og tuklet med Foucaultpendelen slik at den svinger med amplitude $\theta_0 = 10^\circ$. Her er θ vinkelen mellom pendelvaieren og vertikalretnin-gen. (Dette er fremdeles det vi kan kalle små utsving fra likevekt.) Pendelen kan betraktes som en matematisk pendel med en punktmasse $m = 40$ kg i enden av en masseløs vaier med lengde $L = 25$ m.

18) Hvor mange hele svingninger foretar pendelen i løpet av en forelesning som varer 45 minutter?

- A) 269 B) 369 C) 469 D) 569 E) 669 F) 769

19) Hva er pendelkulas maksimale fart?

- A) 4.1 m/s B) 3.7 m/s C) 3.1 m/s D) 2.7 m/s E) 2.2 m/s F) 1.7 m/s

20) Pendelens svingninger er svakt dempet, men Rampenissen har skrudd opp amplituden F_0 på den harmoniske ytre kraften $F(t) = F_0 \cos(\omega t)$ som sørger for at pendelen svinger med konstant amplitude θ_0 . Dempingskraften er proporsjonal med pendelkulas fart, $f = -bv$ med dempingsfaktor $b = 0.50$ kg/s, og pendelen drives på resonans, dvs $\omega = \omega_0$. **Hvor stor er amplituden F_0 ?**

Oppgitt: Bevegelsesligningen for pendelen er

$$mL\ddot{\theta} + bL\dot{\theta} + mg\theta = F_0 \cos(\omega t)$$

- A) 0.6 N B) 1.0 N C) 1.4 N D) 1.8 N E) 2.2 N F) 2.6 N

Oppgave 21 - 22: To positive elementærladninger e ligger fast, med innbyrdes avstand 3.00 nm.

21) Hva er den elektriske feltstyrken i avstand 1.00 nm fra den ene og 2.00 nm fra den andre ladningen?

A) 0.3 V/nm B) 0.7 V/nm C) 1.1 V/nm D) 1.5 V/nm E) 1.9 V/nm F) 2.3 V/nm

22) En partikkel med ladning $4e$ og masse $12u$ plasseres i avstand 4.50 nm fra hver av de to ladningene som ligger fast. Hva blir akselerasjonen til denne tredje ladningen umiddelbart etter at den slippes fri i den angitte posisjonen?

A) 1.8 mm/ns² B) 2.3 mm/ns² C) 2.8 mm/ns²
D) 3.3 mm/ns² E) 3.8 mm/ns² F) 4.3 mm/ns²

23) Ei tynn stang med lengde $L = 1.0$ m og jevnt fordelt ladning $Q = 1.0 \mu\text{C}$ ligger på x -aksen mellom $x = 0$ og $x = L$. Hva er potensialforskjellen mellom posisjonene $x = 2L$ og $x = 3L$ på x -aksen?

Tips: En liten lengde dx' av stanga i posisjon x' gir et bidrag $dV(x) = \lambda dx' / [4\pi\epsilon_0(x - x')]$ til potensialet i posisjon x . Her er λ ladningen pr lengdeenhet.

Oppgitt: $\int dx' / (x - x') = -\ln(x - x')$

A) 0.6 kV B) 1.6 kV C) 2.6 kV D) 3.6 kV E) 4.6 kV F) 5.6 kV

Oppgave 24 - 26: Fire punktladninger ligger fast på x -aksen: $-Q$ i $x = 0$ og i $x = a$, Q i $x = 3a$ og i $x = 4a$.

24) Hva er systemets elektriske dipolmoment?

A) Qa B) $2Qa$ C) $3Qa$ D) $4Qa$ E) $5Qa$ F) $6Qa$

25) Hva er potensialet i $x = 6a$? (Vi velger som vanlig nullpunkt for elektrisk potensial i uendelig avstand fra en punktladning.)

A) $7Q/(60\pi\epsilon_0 a)$ B) $7Q/(57\pi\epsilon_0 a)$ C) $7Q/(54\pi\epsilon_0 a)$
D) $7Q/(51\pi\epsilon_0 a)$ E) $7Q/(48\pi\epsilon_0 a)$ F) $7Q/(45\pi\epsilon_0 a)$

26) Hva er systemets totale potensielle energi? (Tips: $U_{ij} = q_i q_j / (4\pi\epsilon_0 r_{ij})$)

A) $7Q^2/(60\pi\epsilon_0 a)$ B) $7Q^2/(57\pi\epsilon_0 a)$ C) $7Q^2/(54\pi\epsilon_0 a)$
D) $7Q^2/(51\pi\epsilon_0 a)$ E) $7Q^2/(48\pi\epsilon_0 a)$ F) $7Q^2/(45\pi\epsilon_0 a)$

27) En ideell platekondensator har metallplater med radius 10 cm i innbyrdes avstand 10 mm. Midt mellom platene er det satt inn ei plastskive med radius 10 cm, tykkelse 5.0 mm og relativ permittivitet 5.0. Spenningen mellom kondensatorplatene er 540 V. **Hva er ladningen ($\pm$) Q på kondensatorplatene?**

Tips: Seriekobling.

A) 10 nC B) 15 nC C) 20 nC D) 25 nC E) 30 nC F) 35 nC

28) En seriekobling av to kapasitanser 6.0 nF og 12 nF er parallellkoblet med en tredje kapasitans 18 nF. **Hva er systemets totale kapasitans?**

A) 4.5 nF B) 9.0 nF C) 12 nF D) 3.3 nF E) 36 nF F) 22 nF

29) Hva blir total kapasitans dersom alle de tre kapasitansene i forrige oppgave seriekobles?

A) 4.5 nF B) 9.0 nF C) 12 nF D) 3.3 nF E) 36 nF F) 22 nF

30) En seriekobling av to motstander $6.0\ \Omega$ og $12\ \Omega$ er parallellkoblet med en tredje motstand $18\ \Omega$. **Hva er systemets totale motstand?**

A) $12\ \Omega$ B) $4.5\ \Omega$ C) $22\ \Omega$ D) $3.3\ \Omega$ E) $9.0\ \Omega$ F) $36\ \Omega$

31) Til kretsen i forrige oppgave kobler vi en likespenningskilde på 12 V. **Hva blir effekttapet i den største motstanden?**

A) 8.0 W B) 7.0 W C) 6.0 W D) 5.0 W E) 4.0 W F) 3.0 W

32) Elektroner med kinetisk energi 1.0 keV går i sirkelbane 100 km over bakken, der den magnetiske feltstyrken er $30\ \mu\text{T}$. **Hva er radien i sirkelbanen?**

A) 3.6 m B) 4.6 m C) 5.6 m D) 6.6 m E) 7.6 m F) 8.6 m

33) 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 differansen mellom en radiell komponent og en komponent i motsatt retning av $\mathbf{m}$. Jordkloden (ei kule med radius ca 6400 km) tilsvarer en magnetisk dipol i sentrum med $m = 8 \cdot 10^{22} \text{ Am}^2$ og med god tilnærming retning mot geografisk sør. **Hva er magnetfeltstyrken 600 km over havet ved ekvator?**

- A) $13 \mu\text{T}$ B) $18 \mu\text{T}$ C) $23 \mu\text{T}$ D) $28 \mu\text{T}$ E) $33 \mu\text{T}$ F) $38 \mu\text{T}$

34) Hva er gjennomsnittlig magnetisering i jordkloden?

- A) 83 A/m B) 73 A/m C) 63 A/m D) 53 A/m E) 43 A/m F) 33 A/m

35) En ideell spole har 800 viklinger rundt en umagnetisk kjerne med diameter 5.0 cm og lengde 20 cm. **Hva er spolens induktans?**

- A) 9.9 mH B) 8.9 mH C) 7.9 mH D) 6.9 mH E) 5.9 mH F) 4.9 mH

36) To ideelle spoler har hhv 500 og 1100 viklinger rundt samme umagnetiske kjerne med diameter 8.0 cm og lengde 40 cm. **Hva er spolenes gjensidige induktans?**

- A) 3.7 mH B) 4.7 mH C) 5.7 mH D) 6.7 mH E) 7.7 mH F) 8.7 mH

37) En vekselspenningskilde $V(t) = V_0 \cos \omega t$ med amplitude 2.40 V og frekvens 100 Hz er koblet til en sølvtråd med lengde 200 cm, tverrsnitt 0.0250 mm^2 og resistivitet $1.59 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$. **Hva er midlere effekttap i sølvtråden?**

- A) 1.26 W B) 2.26 W C) 3.26 W D) 4.26 W E) 5.26 W F) 6.26 W

38) Potensialene V_1 og V_2 på to adskilte ledere svinger harmonisk med amplitude 24 V og frekvens 100 Hz. Det er en faseforskjell π mellom V_1 og V_2 . **Hva er effektivverdien (rms-verdien) 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) 24 V B) 34 V C) 44 V D) 54 V E) 64 V F) 74 V
-

39) En seriekobling av en induktans og en kapasitans har komponentverdiene hhv 25.0 mH og 0.102 mF. Kondensatoren har i utgangspunktet en ladning ± 0.175 mC. En bryter lukkes slik at en harmonisk varierende strøm går i kretsen. **Hva er svingetiden (perioden)?**

- A) 30 ms B) 40 ms C) 20 ms D) 50 ms E) 10 ms F) 60 ms
-

40) En induktans 25.0 mH, en kapasitans 0.102 mF og en motstand 3.00Ω kobles i serie og drives på resonans med en vekselspanning med amplitude 1.50 V. **Hva er strømamplituden?**

- A) 0.50 A B) 0.80 A C) 1.10 A D) 1.40 A E) 1.70 A F) 2.00 A
-

Noen størrelser med vanlige symboler og SI-enheter:

størrelse	symbol(er)	enhet(er)
vinkelfart	ω	rad/s
vinkelakselerasjon	α	rad/s ²
kraft	F	N = kg m/s ²
energi og arbeid	E, K, U, W	J = N m
effekt	P	W = J/s
treghetsmoment	I	kg m ²
ladning	q	C
strøm	I	A = C/s
elektrisk feltstyrke	E	V/m = N/C
elektrisk potensial og spenning	V	V = J/C
elektrisk dipolmoment	p	C m
polarisering	P	C/m ²
permittivitet	ε	NC ² /m ² = F/m
kapasitans	C	C/V = F
motstand	R	Ω = V/A
resistivitet	ρ	Ω m
magnetisk feltstyrke	B	T = N/(C m/s)
magnetisk dipolmoment	m	A m ²
permeabilitet	μ	T m ² /A = H/m
magnetisering	M	A/m
magnetisk fluks	ϕ	Wb = T m ²
induktans	L	H
gjensidig induktans	M	H