

TFY4125 Fysikk Løsningsforslag til Eksamen 03.06.2025

1D) $\langle v \rangle = 42195/7235 \text{ m/s} = 5.832 \text{ m/s}$

2E) $\langle d \rangle = (2 \cdot 52.6 + 4 \cdot 52.5 + 2 \cdot 52.4 + 2 \cdot 52.3)/10 = 52.46 \text{ mm}$ slik at $\langle m \rangle = \rho \cdot (\pi/6) \cdot \langle d \rangle^3 = 141 \text{ g}$

3C) $a(t) = dv/dt = (v_0/\tau) \exp(-t/\tau)$ slik at maksimal akselerasjon var $a(0) = v_0/\tau = 8.84 \text{ m/s}^2$

4B) Løsning mhp t gir $t = \tau \ln \frac{v_0}{v_0 - v(t)} = 1.38 \ln \frac{12.2}{12.2 - 10.0} \text{ s} = 2.36 \text{ s}$

5E) Med tallverdier i standard SI-enheter finner vi $s = \int_0^2 v(t) dt = \int_0^2 (v_0 t + v_0 \tau \exp(-t/\tau)) dt = (12.2 \cdot 2 - 12.2 \cdot 1.38 \cdot (1 - \exp(-2/1.38))) \text{ m} = 11.5 \text{ m}$

6F) $a = v^2/r = 12^2/41.58 = 3.46 \text{ m/s}^2$

7E) $(dy/dx)_{\max} = (-kA \sin kx)_{\max} = kA = 0.10 \cdot 10 = 1.0 = \tan \beta_{\max}$ slik at $\beta_{\max} = 45^\circ$

8F) Energibevarelse (der vi passer på å inkludere rotasjonsenergien i total kinetisk energi): $7mv_1^2/10 = 7mv_0^2/10 + mg\Delta y$ som med $\Delta y = 2A$ gir $v_1 = \sqrt{v_0^2 + 20gA/7} = 1.7 \text{ m/s}$

9F) N2 normalt på banen i et topp-punkt: $mg - N = mv_0^2/r$, dvs $N = m(g - v_0^2/r)$ der $r = |1/y''| = 1/k^2 A = 0.10 \text{ m}$ er banens krumningsradius i topp-punktene. Dermed er $N = 0.030 \cdot (9.81 - 0.10) \text{ N} = 0.29 \text{ N}$. Vi innser at farten er så lav at sentripetalakselerasjonen praktisk talt kan neglisjeres.

10B) Banedreieimpuls og indre dreieimpuls (spinn) som vektorer peker i samme retning (her i negativ z -retning). Dermed: $L = L_b + L_s = mv_0 A + \frac{2}{5}mr^2 \frac{v_0}{r} = mv_0(A + 2r/5) = 3.12 \cdot 10^{-4} \text{ Js} = 0.31 \text{ mJ s}$

11C) N2 med gravitasjonskraft og sentripetalakselerasjon gir $mMG/r^2 = mv^2/r$, som med $v = 2\pi r/T$ gir $v = (2\pi MG/T)^{1/3} = 7.65 \text{ km/s}$

12A) Fri siktlinje fra satellitten til breddegradene $\pm\beta$, som med $\cos \beta = R/(R + h) = 6371/(6371 + 580)$ gir $\pm\beta = \pm 23.6^\circ$

13D) Med konstant effekt P har vi rett og slett $P = K/t$ og dermed $t = K/P = mv^2/2P = 22 \text{ s}$

14A) Med klossen i origo: $R_{\text{CM}} = 6.2 \cdot 20/7.4 \text{ cm} = 17 \text{ cm}$

15D) $K = I\omega^2/2 = (M/2 + m)r^2\omega^2/2 = 1.8 \text{ kJ}$, med $M = 6.2 \text{ kg}$, $m = 1.2 \text{ kg}$, $r = 0.20 \text{ m}$ og $\omega = 145 \text{ rad/s}$

16D) Med god avstand mellom svaralternativene satser vi på at vi kommer nært nok ved å beregne I mhp en akse gjennom N-atomet i midten: $I \simeq 14 \cdot 0.113^2 + 16 \cdot 0.119^2 = 0.405 \text{ u nm}^2$

17C) Leaf: $m = 1750 \text{ kg}$, $v_0 = 20 \text{ m/s}$. Tesla: $M = 2500 \text{ kg}$. Impulsbevarelse gir felles slutfart $v_1 = mv_0/(m + M)$. Kinetisk energi før kollisjonen: $K_0 = mv_0^2/2$. Etter: $K_1 = (m + M)v_1^2/2 = m^2v_0^2/[2(m + M)] = K_0m/(m + M)$. Tap: $\Delta K = K_0 - K_1 = K_0[1 - m/(m + M)] = 206 \text{ kJ}$

18E) $\langle F \rangle = m\langle a \rangle = m\Delta v/\Delta t = 0.0027 \cdot (195/3.6)/0.0012 = 0.12 \text{ kN}$

19B) $k = m\omega_0^2 = m \cdot 4\pi^2/T^2 = 0.024 \cdot 4\pi^2/1.3^2 = 0.56 \text{ N/m}$

20D) $Q = \omega_0/\Delta\omega = (2\pi/T)/2\gamma$ der γ fastlegges med $\exp(-\gamma t) = 0.5$ og $t = 200T$, dvs $\gamma = \ln 2/(200 \cdot 1.3) \text{ s}^{-1}$. Dette gir $Q = 2\pi \cdot 200 \cdot 1.3/(2 \cdot 1.3 \cdot \ln 2) = 906 \simeq 900$

21E) $V = (-e/4\pi\epsilon_0) \cdot (1/d_1 + 1/d_2)$ som med $d_1 = 5.0 \text{ nm}$ og $d_2 = 8.0 \text{ nm}$ blir -0.47 V

22A) La oss f.eks. anta at elektronene ligger på x -aksen i $x = \pm 2.2 \text{ nm}$, slik at vi skal bestemme feltstyrken på y -aksen i $y = \sqrt{a^2 - x^2} \text{ nm}$, med $a = 8.0 \text{ nm}$. Her bidrar hvert elektron med et elektrisk felt som har absoluttverdi $e/4\pi\epsilon_0 a^2$. Av symmetrigrunner peker det totale elektriske feltet i (negativ) y -retning, så vi må beregne y -komponenten av feltbidraget fra hvert av de to elektronene. Det oppnår vi med å gange med en cosinusfaktor med tallverdien $y/a = \sqrt{8.0^2 - 2.2^2}/8.0$. Alt i alt: $E = 2 \cdot (e/4\pi\epsilon_0 a^2) \cdot \sqrt{8.0^2 - 2.2^2}/8.0 = 43 \text{ MV/m}$

23C) Dette kan betraktes som to enkle dipoler, begge med ladninger $\pm e$, den ene med avstand 2.2 nm mellom ladningene og den andre med avstand 4.4 nm mellom ladningene. Dermed: $p = 2.2 + 4.4 = 6.6$ i enheten $e \cdot \text{nm}$

24A) Avstanden til elektronene er hhv $2b$ og $4b$, mens avstanden til det andre protonet er $3b$, med $b = 2.2 \text{ nm}$. Dermed er $F = (e^2/4\pi\epsilon_0 b^2) \cdot (1/2^2 + 1/4^2 - 1/3^2) = 9.6 \text{ pN}$

25F) $Q = CV = (\epsilon_0 \pi r^2/d) \cdot V = 0.98 \text{ } \mu\text{C}$

26D) $C = (1/(10 + 20) + 1/30)^{-1} = 15 \text{ nF}$

27B) $R = (1/5 + 1/20)^{-1} + 30 = 34 \text{ } \Omega$

28F) $\tau = RC = 510 \text{ ns} \simeq 0.5 \text{ } \mu\text{s}$. Her holder det med omtrentlige verdier for R og C for å identifisere riktig svar. (Alle kombinasjoner av svaralternativ fra oppgave 26 og 27 gir svar som ligger klart nærmest dette.)

29D) $R = \ell/\sigma A$ og $R = V/I$ gir $\ell = \sigma AV/I = 12 \text{ m}$

30E) $U = P \cdot t = VIt = 0.64 \text{ kJ}$

31D) $evB = mv^2/r$ gir $r = mv/eB = m\sqrt{2K/m}/eB = 59 \text{ cm}$

32A) Magnetisk kraft $\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ står vinkelrett på $\mathbf{v}$ slik at tilført effekt (dvs arbeid per tidsenhet) blir $P = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v} = 0$

33B) $B_{\text{mellom}} = 2\mu_0 I/2\pi x$ som med $x = 0.075 \text{ m}$ og $I = 15 \text{ A}$ blir $80 \text{ } \mu\text{T}$

34E) $F/\ell = IB = \mu_0 I^2/(2\pi \cdot 2x)$ som med samme x som i forrige oppgave blir 0.3 N/km

35A) $L = \mu_r \mu_0 N^2 A / \ell = 0.16 \text{ H}$

36F) $\tau_{\max} = |\mathbf{m} \times \mathbf{B}|_{\max} = NIAB = 0.36 \text{ Nm}$

37C) $U = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 \cdot Ad = Q^2 / 2C$, der vi har brukt $E = \sigma / \varepsilon_0 = Q / A \varepsilon_0$ og $C = \varepsilon_0 A / d$. Innsetting av tallverdier for Q og C gir $U = 0.50 \text{ mJ}$

38B) $U \sim Q^2$ og $Q(t) \sim \exp(-\gamma t)$ med $\gamma = R / 2L$ gir $1/2 = U(t) / U(0) = [Q(t) / Q(0)]^2 = \exp(-2\gamma t)$ slik at $t = \ln 2 / 2\gamma = L \ln 2 / R = 480 \text{ s} = 8 \text{ min}$

39F) $Q = \omega_0 / \Delta\omega = \omega_0 / 2\gamma = \sqrt{L/C} / R = 4.4 \cdot 10^4$

40C) På resonans er $V_C + V_L = 0$ slik at $I_0 = V_0 / R = 1.50 / 0.65 = 2.3 \text{ A}$