

TFY4125 Fysikk Løsningsforslag til Eksamen 12.08.2025

1F) $\omega = 31400 \text{ rad/s} = 31400 \cdot 60/2\pi \text{ rpm} = 3 \cdot 10^5 \text{ rpm}$

2C) $\langle V \rangle = \sum V_j/10 = 750 \text{ mL}$

3A) $\omega_{\max} = \omega_0 = 0.20 \text{ rad/s}$

4D) $v_{\text{Ole}}(20) = r\omega(20) = 4.0 \cdot 0.20 \cdot \sin(0.020 \cdot 20) \text{ m/s} = 31 \text{ cm/s}$

5E) Oles baneakselerasjon er praktisk talt lik null etter 78.5 s, for da er $\omega_1 t = 1.57 \simeq \pi/2$, og $\cos \pi/2 = 0$. Oles akselerasjon etter 78.5 s er derfor lik Oles sentripetalakselerasjon, $a_{\text{Ole}}(78.5) = r\omega_0^2 = 4.0 \cdot 0.20^2 = 0.16 \text{ m/s}^2$

6F) $N = \phi/2\pi = (1/2\pi) \int_0^{157} \omega(t) dt = (\omega_0/2\pi\omega_1)|_0^{157}(-\cos(\omega_1 t)) = \omega_0/\pi\omega_1 = 10/\pi = 3.2$

7A) $|dy/dx| = (2\pi A/L) \cos(2\pi x/L)$ som i $x = 0$ er $2\pi A/L$. Siden $\tan \beta = dy/dx$, blir $\beta(0) = \arctan(2\pi A/L) = \arctan(\pi/7) = 24^\circ$

8E) Ved $x = 70 \text{ cm}$ er $y = A$, dvs samme høyde som i startposisjonen. Pga energibevarelse er dermed farten 1.30 m/s

9F) 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 $\Delta y = A$ gir $v_1 = \sqrt{v_0^2 + 10gA/7} = 1.76 \text{ m/s}$

10F) Energibevarelse gir $v = \sqrt{v_0^2 - 10gA/7}$ i banens topp-punkt. N_2 normalt på banen i banens topp-punkt: $mg - N = mv^2/R$, dvs $N = m(g - v^2/R)$ der $1/R = |y''| = A \cdot (2\pi/L)^2$ er banens krumningsradius i topp-punktet. Dermed er $v^2/R = (v_0^2 - 10gA/7) \cdot A \cdot (2\pi/L)^2$ som med aktuelle tallverdier blir 0.58 m/s^2 . Normalkraften er da $N = 0.030 \cdot (9.81 - 0.58) \text{ N} = 0.28 \text{ N}$. Vi ser at farten er så lav at sentripetalakselerasjonen langt på vei kan neglisjeres.

11C) Null friksjonskraft ved ren rulling på horisontalt underlag, og banen har null helningsvinkel i topp- og bunnpunkter.

12A) Banedreieimpuls og indre dreieimpuls (spinn) som vektorer peker her i motsatt retning, $\mathbf{L}_b$ ut av planet og $\mathbf{L}_s$ inn i planet. Dermed: $L = L_b - L_s = mv_b A - (2/5)mr^2 \cdot (v_b/r) = mv_b(A - 2r/5)$

13C) $P = Fv$, $F = ma$ og $a = v/t$ gir $t = v/a = (P/F)/(F/m) = Pm/F^2 = 4.8 \text{ s}$

14F) Med kula i origo: $R_{\text{CM}} = 50 \cdot 500/(100 + 500) = 42 \text{ cm}$

15D) $K = I\omega^2/2 = (M/3 + m)L^2\omega^2/2 = 13 \text{ J}$, med $M = 0.5 \text{ kg}$, $m = 0.1 \text{ kg}$, $L = 1.0 \text{ m}$ og $\omega = 10 \text{ rad/s}$

16F) Impuls før kollisjonen: $p_i = mv_0 = 0.050 \cdot 0.65 \text{ kg m/s}$. Impulsbevarelse fastlegger den ukjente farten v_2 : $p_f = mv_1 + mv_2 = p_i = mv_0$ gir $v_2 = v_0 - v_1 = 0.65 - 0.25 = 0.40 \text{ m/s}$. Kinetisk energi

før kollisjonen: $K_i = mv_0^2/2 = 0.050 \cdot 0.65^2/2$ J. Etter kollisjonen: $K_f = 0.050 \cdot (0.25^2 + 0.40^2)/2$ J.
Tapt kinetisk energi: $\Delta K = K_i - K_f = 0.025 \cdot (0.65^2 - 0.25^2 - 0.40^2)$ J = 5.0 mJ

17B) $\langle F \rangle = \Delta p / \Delta t = m \Delta v / \Delta t = 0.0575 \cdot (179000/3600)/0.0086$ N = 332 N

18B) Rotasjonslikevekt om B, $F_A d = Mg(L - d) + mg(L/2 - d)$, gir $F_A = Mg(L - d)/d + mg(L/2 - d)/d = 1.42$ kN

19B) $k = m\omega_0^2 = m \cdot 4\pi^2/T^2 = 0.042 \cdot 4\pi^2/3.1^2 = 0.17$ N/m

20C) $\gamma = b/2m = 0.00034/0.084 = 0.004048$ s⁻¹ og $\exp(-\gamma t) = 0.90$ gir $t = (1/\gamma) \ln(1/0.90) = 26$ s

21E) $V = 2e/4\pi\epsilon_0 d$ som med $d = 2.50$ nm blir 1.15 V

22A) $E = e/4\pi\epsilon_0 d_1^2 + e/4\pi\epsilon_0 d_2^2$ som med $d_1 = 8.00$ nm og $d_2 = 3.00$ nm blir 182 MV/m

23D) Dette kan betraktes som to enkle dipoler, begge med ladninger $\pm e$, den ene med avstand 8.0 nm mellom ladningene og den andre med avstand 3.0 nm mellom ladningene. Dermed: $p = 8.0 + 3.0 = 11.0$ i enheten $e \cdot \text{nm}$. Vi multipliserer med tallfaktoren $1.60 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-9}$ for omregning til $1.76 \cdot 10^{-27}$ Cm

24C) $U = \sum_{i < j} U_{ij} = (e^2/4\pi\epsilon_0) \cdot (1/d_3 - 2/d_2 - 2/d_1)$ som med avstandsverdiene $d_3 = 5.00$ nm, $d_2 = 3.00$ nm og $d_1 = 8.00$ nm blir -1.03 eV

25F) $C = \epsilon_r \epsilon_0 A/d = 159.3$ pF når $\epsilon_r = 3.60$, $A = 0.0100$ m² og $d = 0.00200$ m. Spenningen er da, med $Q = 120$ nC, $V = Q/C = 753$ V

26D) $C = (1/2 + 1/3)^{-1} + 4 = 5.2$ nF

27B) $R = (1/(2 + 3) + 1/4)^{-1} = 2.2$ Ω

28B) $\tau = RC = 12$ ns. Her holder det med omtrentlige verdier for R og C for å identifisere riktig svar.

29E) $R = \ell/\sigma A$ og $V = RI$ gir $I = V/R = \sigma AV/\ell = 2.38 \cdot 10^6 \cdot 1.0 \cdot 10^{-6} \cdot 0.25/0.80$ A = 0.74 A

30D) Drudemodellen: $\sigma = ne^2\tau/m_e$. Dermed: $n = \sigma m_e/e^2\tau = 8.5 \cdot 10^{27}$ m⁻³

31E) $evB = mv^2/r$ gir $B = mv/er = m\sqrt{2K/m}/er = 2.2$ mT

32E) Impulsen er $p = \sqrt{2m_e K}$. Banedreieimpulsen er $L = rp = r\sqrt{2m_e K} = 4.9 \cdot 10^{-27}$ Js

33C) $B = 2m\mu_0/4\pi z^3 = 29$ μT , der $z = 30000$ km

34A) $M = m/V = m/(4\pi r^3/3) = 60$ A/m, der $r = 25000$ km

35B) $L = \mu_0 N^2 A/\ell = 0.63$ mH

36A) $M = \mu_0 N_1 N_2 A / \ell = 0.47 \text{ mH}$

37C) $V = Q/C = 0.47 \text{ V}$

38B) $\gamma = R/2L = 0.0005$ per sekund. Videre: $\exp(-\gamma t) = 0.25$ som betyr at $t = (1/\gamma) \ln 4 = 2773$ s som er ca 46 minutter

39A) $Q = \omega_0 / \Delta\omega = \omega_0 / 2\gamma = \sqrt{L/C} / R = 8.3 \cdot 10^4$

40D) På resonans er $V_C + V_L = 0$ slik at $I_0 = V_0 / R = 0.0033 / 0.00015 = 22 \text{ A}$