

1F) $300 \text{ TWh} = 300 \cdot 10^{12} \text{ J/s} \cdot 3600 \text{ s} = 1.08 \cdot 10^{18} \text{ J}$. Og siden $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ blir $300 \text{ TWh} = 6.75 \cdot 10^{36} \text{ eV}$.

2F) Middelverdien: $\bar{t} = \sum_{i=1}^8 t_i = 1.43125 \text{ s}$. Standardavviket: $\delta_t = \left[(1/7) \sum_{i=1}^8 (t_i - \bar{t})^2 \right]^{1/2} = 0.036 \text{ s} = 36 \text{ ms}$.

3C) Horisontalt: $x(t) = v_0 t \cos \theta$. Vertikalt: $y(t) = v_0 t \sin \theta - gt^2/2$. Tid til landing: t_L . Tid til toppen: $t_T = t_L/2$. Landing ved $y = 0$ slik at $t_L = 2v_0 \sin \theta / g$, dvs $t_T = v_0 \sin \theta / g = 1.12 \text{ s}$.

4A) Maksimal fart betyr at $v(t)$ har et topp-punkt, slik at $a = dv/dt = 0$.

5E) Vi finner tidspunktet t som tilsvarer $a = dv/dt = 0$:

$$dv/dt = a_0 \exp(-t/\tau) - (a_0 t/\tau) \exp(-t/\tau) = 0$$

når $t = \tau = 3.14 \text{ s}$.

6C) Siden $v = ds/dt$ er tilbakelagt strekning i løpet av en tid T gitt ved

$$s = \int_0^T v(t) dt = a_0 \int_0^T t e^{-t/\tau} dt = a_0 \tau^2 - a_0 \tau T e^{-T/\tau}.$$

Her er $T = 100\tau$ slik at det siste leddet kan neglisjeres: $s \simeq a_0 \tau^2 = 31 \text{ m}$.

7B) $dy/dx = -2ky_0 \exp(kx)/(\exp(kx)+1)^2$ som for $x = 0$ blir $-ky_0/2$. Dermed: $\beta = \arctan(ky_0/2) = 13^\circ$.

8D) Tapt potensiell energi tilsvarer oppnådd kinetisk energi, dvs $mg|\Delta y| = 7mv^2/10$, dvs $v = \sqrt{10g|\Delta y|/7}$. Her er $\Delta y = y(0) - y(-\pi/k) = -0.13757 \text{ m}$ slik at $v = 1.39 \text{ m/s}$.

9A) Baneformen $y(x)$ er antisymmetrisk om $x = 0$, dvs $y(-x) = -y(x)$. Da er dy/dx symmetrisk om $x = 0$ og d^2y/dx^2 antisymmetrisk om $x = 0$. Dvs $d^2y/dx^2 = 0$ i $x = 0$. Banens krumningsradius er omvendt proporsjonal med d^2y/dx^2 , og dermed uendelig i $x = 0$. (Banen har et vendepunkt i $x = 0$.)

10B) Det tar 72 timer for jorda å rotere en hel omdreining mer enn satellitten. Siden jordas omløpstid er 24 timer, har satellitten dermed en omløpstid på $T_S = 36$ timer. (Da har jorda rotert 3 hele runder og satellitten 2 hele runder.) N2 med $F = GMm/r^2$, $a = v^2/r$ og $v = 2\pi r/T_S$ gir $r = (GMT_S^2/4\pi^2)^{1/3} = 5.5 \cdot 10^7 \text{ m}$.

11C) Både tyngdens komponent $mg \sin \theta$ og friksjonskraften $\mu mg \cos \theta$ har retning nedover skråplanet, slik at klossens konstante akselerasjon er $a = -g(\sin \theta + \mu \cos \theta)$. Ligninger for bevegelse med konstant akselerasjon, med startposisjon $s_0 = 0$: $s(t) = v_0 t + at^2/2$ og $v(t) = v_0 + at$. Klossen stopper (eller snur) når $v = 0$, dvs ved tidspunktet $t = -v_0/a$. I løpet av denne tiden glir klossen en lengde $s = v_0^2/2g(\sin \theta + \mu \cos \theta)$, som med oppgitte tallverdier blir 21 cm .

12F) N1 gir $(4\pi/3)\rho_K r^3 g = (1/2)C_d \pi r^2 \rho v_t^2$ som løst mhp v_t og med gitte tallverdier gir 102 m/s.

13E) $X_{\text{CM}} = (1/16)(10a - 6a) = a/4$ og $Y_{\text{CM}} = (1/16)(8a - 8a) = 0$.

14E) $r_1^2 = r_5^2 = 10a^2$ og $r_3^2 = r_7^2 = 2a^2$ slik at mhp aksene gjennom $(2a, 0)$ blir $I = (5m + m) \cdot 10a^2 + (3m + 7m) \cdot 2a^2 = 80ma^2$.

15D) $I_0 = 2MR^2/5$, $d = R$ gir med Steiners sats $I = I_0 + Md^2 = 7MR^2/5$.

16C) $(dm/dt)_{\text{min}} = mg/u = 1.27 \text{ kg/s}$.

17B) N2, rotasjon om akse gjennom CM: $F \cdot r = I_0 \dot{\omega} = I_0 \omega / \tau = (2/5)MR^2 \omega / \tau$ slik at $\omega = 5Fr\tau/2MR^2 = 58 \text{ rad/s}$.

18D) $E = K + U = mv^2/2 + kx^2/2 = 38 \text{ mJ}$.

19A) Her er $\gamma = b/2m = 0.132 \text{ s}^{-1}$ mye mindre enn $\omega_0 = \sqrt{k/m} = 13.9 \text{ s}^{-1}$, dvs vi har meget svak damping. Da er perioden $T \simeq 2\pi/\omega_0 = 0.45 \text{ s}$. Utsvingsamplituden er redusert til $1/20$ av opprinnelig verdi når $\exp(-\gamma t) = 1/20$, dvs $t = (1/\gamma) \ln 20 = 22.7 \text{ s}$. Dette tilsvarer $22.7/0.45 \simeq 50$ hele svingninger.

20E) $I_A = MR^2/2 + MR^2/4 = 3MR^2/4$. Avstand fra A til CM: $d = R/2$. Dermed: $\omega_0 = \sqrt{Mgd/I_A} = \sqrt{2g/3R}$ og $T = 2\pi\sqrt{3R/2g} = 0.76 \text{ s}$.

21E) Pythagoras gir $r^2 = (4d)^2 + d^2 = 17d^2$, der r er avstanden fra hver ladning Q til posisjonen $x = 4d$ på x -aksen. Av symmetrigrunner peker det totale elektriske feltet i positiv x -retning. Dvs, vi trenger x -komponenten av bidraget fra hver ladning. Disse er selvsagt like store og lik $E_x = E \cos \theta = (Q/4\pi\epsilon_0 r^2) \cdot (4/\sqrt{17})$. Her er θ vinkelen mellom x -aksen og linjen fra Q til posisjonen $x = 4d$. Vi setter inn for r^2 , ganger med to (pga at det er to ladninger) og får $E(x = 4d) = 2Q/17\sqrt{17}\pi\epsilon_0 d^2$.

22C) N2: $a = F/m = (2Q^2/4\pi\epsilon_0 d^2 m) \cdot (4 - 4/9) = 16Q^2/9\pi\epsilon_0 d^2 m$.

23F) Pythagoras gir $r = \sqrt{x^2 + L^2}$ slik at

$$V = \int dV = (\lambda/4\pi\epsilon_0) \int_{-L/2}^{L/2} \frac{dx}{\sqrt{x^2 + L^2}}.$$

Integralet er oppgitt, og innsetting av grenser gir en faktor $\ln(1 + 1/\sqrt{5}) - \ln(1 - 1/\sqrt{5}) = 0.96$.

24B) $p = -Qa + 2Q \cdot 3a = 5Qa$.

25D) $V(z = 2a) = (Q/4\pi\epsilon_0 a) \cdot (2/1 - 1/1 - 1/2) = Q/8\pi\epsilon_0 a$.

26C) $U = (Q^2/4\pi\epsilon_0 a) \cdot (-2/2 - 2/3 + 1/1) = -Q^2/6\pi\epsilon_0 a$.

27B) Posisjonen $z = 7a/2$ er på samme side av samtlige fire ladde plan. Hvert plan bidrar med $\sigma/2\epsilon_0$ til det totale elektriske feltet. Dvs, $E = 4 \cdot \sigma/2\epsilon_0 = 2\sigma/\epsilon_0$.

28A) $C = (1/2.3 + 1/3.2)^{-1} \text{ nF} + 5.5 \text{ nF} = 6.8 \text{ nF}$.

29A) $R = (1/(2.3 + 3.2) + 1/5.5)^{-1} \text{ k}\Omega = 2.8 \text{ k}\Omega$.

30F) Lik strøm gjennom de seriekoblede motstandene sammen med Ohms lov betyr at den påtrykte spenningen fordeler seg proporsjonalt med motstandsverdiene. Dermed: $9.0 \text{ V} \cdot 8.8 / (6.6 + 7.7 + 8.8) = 3.4 \text{ V}$.

31E) $P = VI = V^2/R = 9.0^2 / (6.6 + 7.7 + 8.8) \text{ W} = 3.5 \text{ W}$.

32D) Akselerasjon gjennom spenning V gir kinetisk energi $m_e v^2/2 = eV$, dvs $v = \sqrt{2eV/m_e}$. I magnetfeltet gir N2 med $F = evB$ og $a = v^2/r$ kombinert med resultatet for v en radius $r = (m_e/eB)\sqrt{2eV/m_e} = 1.6 \text{ mm}$.

33B) Med formelark og $x = 0$ (her: $z = 0$): $B = \mu_0 I / 2R = 6.3 \mu\text{T}$.

34A) Volum pr vannmolekyl: $V = 18 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} / 1000 \text{ kg/m}^3 = 2.99 \cdot 10^{-29} \text{ m}^3$. Dermed: $P = p/V = 0.21 \text{ C/m}^2$.

35C) $L = \mu N^2 A / l = 0.79 \text{ H}.$

36D) $C = \varepsilon A / d = \varepsilon_r \varepsilon_0 A / d = 0.88 \mu\text{F}.$

37E) K2 gir $V_0 \sin \omega t = Q/C$, dvs $Q(t) = V_0 C \sin \omega t$. Dvs, $I(t) = dQ/dt = V_0 \omega C \cos \omega t$ slik at strøamplituden blir $I_0 = V_0 \omega C = 377 \text{ A}.$

38B) $V_1(t) = V_0 \sin \omega t$ og $V_2(t) = V_0 \sin(\omega t + \pi/2)$. Med oppgitt trigonometrisk relasjon: $V_2 - V_1 = 2V_0 \cos(\omega t + \pi/4) \cdot \sin \pi/4 = \sqrt{2}V_0 \cos(\omega t + \pi/4)$. Amplituden er dermed $57 \text{ V}.$

39F) $\exp(-\gamma t) = \exp(-Rt/2L) = \exp(-0.015 \cdot 600/3) = \exp(-3) \simeq 1/20.$

40A) $\omega_0/\Delta\omega = \omega_0/2\gamma$ som med $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ og $2\gamma = R/L$ blir $6.67/0.01 = 667.$