

TFY4125 Fysikk: LF til Eksamen 9. august 2023

1F) $a = 62 \cdot 1609.34 / (3600 \cdot 3.3) = 8.40 \text{ m/s}^2 = 8.40g/9.81 = 0.86g$.

2C) $a = dv/dt = (v_0/\tau) \exp(-t/\tau)$ som er maksimal og lik $v_0/\tau = 2.5 \text{ m/s}^2$ ved $t = 0$.

3D) Maksimal fart er $v_0 = 5.0 \text{ m/s}$.

4B) Fart v_0 oppnås etter noen få sekunder, slik at $t \simeq s/v_0 = 42195/5 \text{ s} \simeq 2$ timer og 20 minutter.

5D) Vi har $dy/dx = \tan \beta$. Her er $dy/dx = (y_0/x_0)(4\xi^3 - 2\xi)$. I startposisjonen: $dy/dx = 0.020 \cdot (-32 + 4) = -0.56$. Dermed er helningsvinkelen $|\beta| = 29^\circ$.

6B) Høyden i startposisjonen $\xi = -2$ er $y_0 \cdot (16 - 4) = 12y_0 = 0.24 \text{ m}$. Høyden i sluttposisjonen $\xi = 1$ er $y_0 \cdot (1 - 1) = 0$. Energibevarelse gir, med en høydeforskjell $h = 0.24 \text{ m}$, en fart

$$v = \sqrt{10gh/7} = 1.8 \text{ m/s}.$$

7A) I $\xi = 0$ er $dy/dx = 0$ slik at krumningsradien er $[d^2y/dx^2]^{-1} = [(y_0/x_0^2)(12\xi^2 - 2)]^{-1}$ som med $\xi = 0$ blir 25 m . (Minustegnet tilsvarer at banen krummer nedover.)

8E) Grafen tilsvarer $\rho(r) = \rho_0(1 - 3r/4R)$. Dermed:

$$M = \int dm = 2\pi L \rho_0 \int_0^R r(1 - 3r/4R) dr = \frac{\pi}{2} \rho_0 R^2 L,$$

ettersom integralet blir $R^2/4$.

9C) Tyngdens komponent $mg \sin \beta$ langs skråplanet og friksjonskraften $\mu N = \mu mg \cos \beta$ er rettet henholdsvis nedover og oppover. Dette er da lineær bevegelse med konstant akselerasjon $a = g(\sin \beta - \mu \cos \beta)$, starthastighet $v_0 = 1.2 \text{ m/s}$ og startposisjon $x_0 = 0$. Da er $x(t) = v_0 t + at^2/2$ og $v(t) = v_0 + at$. Klossen stopper ved tidspunktet $t_s = -v_0/a$, som gir $x(t_s) = -v_0^2/a + v_0^2/2a = -v_0^2/2a = v_0^2/[2g(\mu \cos \beta - \sin \beta)] = 1.2^2/[2 \cdot 9.81 \cdot (0.35 \cdot 0.9848 - 0.1736)] \text{ m} = 0.43 \text{ m} = 43 \text{ cm}$.

10D) Impulsbevarelse gir $mv_0 = mv_1 + 4mv_0/5$ slik at klossen med masse m (nr 1) etter kollisjonen har fart $v_1 = v_0/5$ (mot høyre). Da er kinetisk energi etter kollisjonen for de to klossene hhv $K_1 = mv_0^2/50$ og $K_2 = 4mv_0^2/25$. Andel kinetisk energi som er bevart blir $(K_1 + K_2)/K_0 = 9/25 = 36\%$.

11C) Både impuls og kinetisk energi er bevart. Det gir de to ligningene $mv_0 = mv_1 + 2mv_2$ (impulsbevarelse) og $mv_0^2 = mv_1^2 + 2mv_2^2$ (energibevarelse etter at felles faktor $1/2$ er strøket). Vi stryker også felles faktor m hvorefter løsning av de to ligningene gir $v_1 = -v_0/3$ og $v_2 = 2v_0/3$ for fart etter kollisjonen, for hhv m og $2m$.

12E) $I_z = 2 \cdot 2ma^2 + m(\sqrt{2}a)^2 = 6ma^2$

13B) $I_y = (m + 2m)a^2 = 3ma^2$

14A) $I_d = 2 \cdot 2m(a/\sqrt{2})^2 = 2ma^2$

15D) Newtons 1. lov gir $f = mg$ slik at

$$v_t = \sqrt{8mg/[\rho\pi d^2 C_d]} = 47 \text{ m/s.}$$

16C) Maksimalt vinkelutsving er gitt ved $\tan \alpha = 1/25$, dvs $\alpha = 2.29^\circ$. Kulas høyde over minstehøyden er da $h = L(1 - \cos \alpha) = 2.00 \text{ cm}$. Kulas potensielle energi, relativt minimumsverdien, er da $\Delta U = Mgh = 7.84 \text{ J}$.

17A) $T = 2\pi/\omega_0 = 2\pi\sqrt{L/g} = 10 \text{ s}$.

18B) Her er farten så liten at sentripetalakselerasjonen $v_{\max}^2/L$ langt på vei kan neglisjeres i forhold til tyngdens akselerasjon g . Dermed er $S_{\max} \simeq Mg = 392 \text{ N} \simeq 393 \text{ N}$.

19F) $d = 2r = 2 \cdot (3M/4\rho\pi)^{1/3} = 0.213 \text{ m} = 213 \text{ mm}$.

20D) $2.29 = 1.63 \exp(-1/\tau)$ slik at $\tau = 1/(\ln(2.29/1.63)) \simeq 3 \text{ timer}$.

21D) $p = 6qa - 2qa = 4qa$.

22A) $V(3a) = (q/4\pi\epsilon_0 a) \cdot (3 - 2/2 - 1/3)$, dvs $A = 5/3$.

23F) $E(3a) = (q/4\pi\epsilon_0 a) \cdot (3 - 2/4 - 1/9)$, dvs $B = 43/18$.

24B) $F = (q^2/4\pi\epsilon_0 a^2) \cdot (2/1 - 3/4)$, dvs $C = 5/4$.

25E) Vi summerer opp U_{ij} for de 3 unike ladningsparene:
 $U = (q^2/4\pi\epsilon_0 a) \cdot (2 - 3/2 - 6)$, dvs $D = -11/2$.

26A) $p = \int dp = \int_{-L}^L x\lambda(x)dx = (\lambda_0 L/\pi) \int_{-L}^L \sin^2(\pi x/L) dx = (\lambda_0 L^2/\pi^2) \int_{-\pi}^{\pi} \sin^2 z dz = \lambda_0 L^2/\pi$.
 Her substituerte vi $z = \pi x/L$ og brukte at middelverdien av $\sin^2 z$ over en eller flere hele perioder er lik $1/2$.

27E) $E = E_0/\epsilon_r = 5.5/5.5 \text{ kV/m} = 1.0 \text{ kV/m}$.

28A) Total kapasitans til flere seriekoblede kapasitanser med svært ulike verdier er omtrent lik verdien av den minste kapasitansen, her 2.0 nF .

29C) Total kapasitans til flere parallellkoblede kapasitanser med svært ulike verdier er omtrent lik verdien av den største kapasitansen, her 7.0 mF .

30B) $q = CV = 0.0070 \cdot 27 \text{ C} = 0.19 \text{ C}$.

31D) $V_R = RI = RdQ/dt = R(Q_0/RC) \exp(-t/\tau) = V_0 \exp(-t/\tau)$ slik at $t = \tau \ln(V_0/V_R) = RC \ln(27/13) = 792 \cdot 0.731 \text{ s} = 579 \text{ s}$.

32F) Energibevarelse gir farten v etter akselerasjon med spenning V : $mv^2/2 = qV$, dvs $v = \sqrt{2qV/m}$. Newtons 2. lov, med kraft $F = qvB$ og sentripetalakselerasjon v^2/r , gir deretter baneradius $r = mv/qB = \sqrt{2mV/q}/B = (\sqrt{2 \cdot 58 \cdot 1.66 \cdot 10^{-27} \cdot 72000}/(2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19})/0.72) \text{ m} = 0.29 \text{ m} = 29 \text{ cm}$.

33E) Bruker uttrykk fra formelark og finner $B = \mu_0 IR^2/[2(z^2 + R^2)^{3/2}]$ som med $z = 0$ blir $B = \mu_0 I/[2R] = (4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 4.4)/0.75 \text{ T} = 7.4 \mu\text{T}$.

34B) Magnetisk dipolmoment er $m = IA = 4.4 \cdot \pi \cdot (0.75/2)^2 \text{ Am}^2 = 1.944 \text{ Am}^2$, i positiv z -retning. Med et ytre magnetfelt B_0 med feltstyrke 4.4 T langs x -aksen er dreiemomentet på lederen $\tau = mB_0 = 8.6 \text{ Nm}$.

35B) Tidsavhengig omsluttet magnetisk fluks er $\phi(t) = B_0\pi(d/2)^2 \sin \omega t$, og induisert spenning blir $V(t) = -d\phi/dt = -\omega B_0\pi(d/2)^2 \cos \omega t$, med amplitude $\omega B_0\pi(d/2)^2 = (2\pi/0.044) \cdot 0.72 \cdot \pi \cdot (0.75/2)^2 \text{ V} = 45 \text{ V}$.

36D) Strømmen blir $I(t) = I_0 \sin \omega t$ med $I_0 = V_0/R$. Midlere effekt blir $\langle P \rangle = V_0 \cdot (V_0/R) \cdot \langle \sin^2 \omega t \rangle = V_0^2/2R$ da middelverdien av $\sin^2 \omega t$ er $1/2$. Med tallverdier: $\langle P \rangle = 325^2/2 \cdot 2730 \text{ W} = 19.3 \text{ W}$.

37A) $V_2 - V_1 = V_0[\sin(\omega t + \pi/3) - \sin \omega t]$ som med oppgitt formel kan skrives som $V_2 - V_1 = 2V_0 \cos(\omega t + \pi/6) \cdot \sin(\pi/6) = 2 \cdot 15 \cdot 0.5 \cdot \cos(\omega t + \pi/6)$. Amplituden er derfor 15 V.

38F) $T = 2\pi/\omega_0 = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi \cdot 12.5 \text{ ms} = 79 \text{ ms}$.

39C) Ladningsamplituden avtar eksponentielt med tiden, $Q_0(t) = A \exp(-\gamma t)$, med $\gamma = R/2L$. Dermed er $Q_0(60) = 1.89 \cdot \exp[-(0.018 \cdot 60)/(2 \cdot 0.250)] \text{ mC} = 0.22 \text{ mC}$.

40C) Svingekretsen drives på resonans, med $\omega = \omega_0 = 1/\sqrt{LC} = 80 \text{ s}^{-1}$. Da er strøamplituden $I_0 = \omega_0 Q_0 = (\omega_0 V_0/L)/(2\gamma\omega_0) = V_0/R = 60/18 \text{ A} = 3.3 \text{ A}$.