Løsningsforslag, eksamen FY1001 17. desember 2018

1) $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_x^2 + (a_y t)^2} = \sqrt{(4.0\text{m/s})^2 + (6.0\text{m/s})^2} = \sqrt{52}\text{m/s} = 7.2$ m/s

SVAR: D

2)

$$y(t) = y_0 + v_{y0}t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t^2 - \frac{2}{g}v_{y0}t - \frac{2}{g}y_0 = 0 \Rightarrow t = \frac{1}{g}\left(v_{0y} \pm \sqrt{v_{0y}^2 + 2y_0 g}\right) \Rightarrow t = -0.18s \vee t = 2.22s$$

Kun $t > 0$ gir mening. Setter løsningen for t inn i $x(t) = x_0 + v_{0x}t$, som gir: $x(t) = (-4.0 + 22.2)$ m $= 18.2$ m

SVAR:C

3) Sentripetalakselerert bevegelse. N2 gir $T + ma_\perp = 0 \Rightarrow |T| = ma_\perp = m\frac{v^2}{R} = m\omega^2 R = 4\pi^2 \frac{mR}{T^2} \simeq 32.4$ N

SVAR:A

4) N2 skuespiller:

$$m_s g - T = m_s a \Rightarrow T = m_s(g - a),$$

og N2 motvekt:

$$-mg\sin\theta + T = -mg\sin\theta + m_s g - m_s a = ma \Rightarrow m = \frac{g - a}{g\sin\theta + a}m_s.$$

Vi har konstant akselerasjon, så $\Delta s = \frac{a\Delta t^2}{2} \Rightarrow a = 2\frac{\Delta s}{\Delta t^2}$, hvor $\Delta s = 4.0$ m og $\Delta t = 2.2$ s. Innsetting av tallverdier gir m = 62.3 kg.
SVAR:E

5) I det partiklen oppnår terminalhastighet, må N1 være oppfyllt:

$$mg - bv_t(R) = 0 \Rightarrow v_t(R) = mg/b = \frac{\rho V g}{6\pi\eta R} = \frac{4\pi R^3 \rho g}{3 \cdot 6\pi\eta R} = \frac{2\rho g}{9\eta}R^2 \simeq 5.45 \cdot 10^{-2}\text{m/s} \simeq 5.5\text{cm/s}.$$

SVAR:B

6) N2 gir:

$$-bv + mg = m\frac{dv}{dt} \Rightarrow g - \frac{bv}{m} = \frac{dv}{dt} \Rightarrow \frac{dv}{1-\frac{bv}{mg}} = gdt$$

Setter $u = 1 - bv/mg = 1 - v/v_t(R) \Rightarrow du = -(b/mg)dv \Rightarrow dv = -(gm/b)du$, substituerer og integrerer:

$$\int_1^{1-v/v_t(R)} \frac{du}{u} = -\frac{b}{m}\int_0^t dt \Rightarrow \ln(1-\frac{v}{v_t(R)}) = -\frac{6\pi\eta R}{4/3\pi R^3\rho}t = -\frac{9\eta t}{2\rho R^2},$$

hvor det er satt inn for b, $m = \rho V$ og $v_t(R) = mg/b$ (se oppg 5)). Videre:

$$\exp(ln(1-\frac{v}{v_t(R)})) = 1 - \frac{v(t,R)}{v_t(R)} = \exp(-\frac{9\eta t}{2\rho R^2})$$

Dermed:

$$v(t,R) = v_t(R)\left(1 - \exp(-\frac{9\eta t}{2\rho R^2})\right)$$

SVAR: A

7)

$$\exp(-\frac{g}{v_t(R)}t) = 1 - \frac{v(t,R)}{v_t(R)} \Rightarrow t = -\frac{v_t(R)}{g}\ln\left(1 - \frac{v(t,R)}{v_t(R)}\right) = -\ln(0.01)\cdot 5.6\text{ms} \simeq 26\text{ms}.$$

SVAR: E

8) Fra oppg. 5) ser vi at terminalhastigheten vokser $\propto R^2$, så de minste partiklene vil ha lavest terminalhastighet, og dermed bruke lengst tid til bakken. Det holder derfor å betrakte disse. Videre vil en partikkel med $R = 5\mu$m nå 99% av terminalhastigheten $v_t(R = 5\mu\text{m}) = 6.1$ mm/s etter kun 2.8 ms, så i praksis kan vi se bort fra akselerasjonsfasen. Dermed

$$\int_0^{100} dx = \Delta x = \int_0^t v(t, R_{min})dt \simeq \int_0^t v_t(R_{min})dt = v_t(R_{min})\Delta t$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v_t(R_{min})} = \frac{100\text{m}}{6.1\cdot 10^{-3}\text{m/s}} = 1.65\cdot 10^4\text{s} = 4 \text{ t } 35 \text{ min}$$

SVAR: A

9) Når sylinderen har nådd tilstrekkelig rotasjonshastighet, gir N2 i horisontalplanet: $\sum F = N = ma = mv^2/R = m\omega^2 R$, og i vertikalretningen må $mg - \mu_s N = 0$ for at passasjeren skal holdes fast oppe på veggen når gulvet er fjernet. Dermed får vi:

$$\mu_s m\omega^2 R = mg \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{R\mu_s}} = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{R\mu_s}} \simeq 0.394\text{Hz}$$

Antall rotasjoner pr minutt blir dermed $f \cdot 60$ s $= 23.6$ rpm

SVAR: C

10)

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v} = m\frac{dv}{dt}v \Rightarrow vdv = \frac{P}{m}dt \Rightarrow \frac{1}{2}v^2 = \frac{P}{m}t \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2P}{m}}t^{1/2}$$

$$dx = vdt \Rightarrow \int_0^{x(t)} dx = x(t) = \sqrt{\frac{2P}{m}}\int_0^t t^{1/2}dt = \sqrt{\frac{8P}{9m}}t^{3/2}$$

Innsetting for P, m og t fra oppgaveteksten gir: $x(t) = 42.1$ m

Alternativt kan man ta utgangspunkt i at effektpådraget gir endringen i kinetisk energi, dvs.

$$P = \frac{dK}{dt} = \frac{d}{dt}\left(1/2mv^2\right) = mv\frac{dv}{dt} = ..$$

SVAR: B

11)

$$W = \int_0^l \vec{F} \cdot \hat{y}dy = \int_0^l \mu g y dy = \frac{1}{2}\mu g l^2$$

SVAR: C

12) ^{5}Li-isotopet er i ro, og når det betraktes som et isolert system skal impulsen være bevart. Dermed må:

$$\vec{p}_{Li} = \vec{p}_p + \vec{p}_\alpha = 0 \Rightarrow p_p = m_p v_p = p_\alpha = m_\alpha v_\alpha = 4m_p v_\alpha \Rightarrow v_\alpha = \frac{1}{4}v_p$$

Hastigheten kan nå bestemmes fra den frigjorte kinetiske energien:

$$K = \frac{1}{2}m_p v_p^2 + \frac{1}{2}m_\alpha v_\alpha^2 = \frac{1}{2}(m_p v_p^2 + 4m_p\frac{v_p^2}{16}) = \frac{5}{8}m_p v_p^2 \Rightarrow v_p = \sqrt{\frac{8K}{5m_p}}$$

Setter inn tall fra oppgaven og får $v \simeq 1.74 \cdot 10^7$ m/s. Selv om protonhastigheten er relativt høy, er det ikke nødvendig å regne relativistisk. En sjekk gir en γ-korreksjon til impulsen på omlag 0.025 promille.

SVAR: B

13) Energibevaring: $\Delta U = mgh = \Delta K = \frac{1}{2}m\Delta v^2 \Rightarrow \Delta v = v - v_0 = v = \sqrt{2gh} = 14$ m/s = 50.4 km/t.

SVAR: D

14) Igjen energibevaring:

$$\Delta U = (m + 4m_h)gh = \Delta K = \frac{1}{2}\left[(m + 4m_h)\Delta v^2 + 4I_0\Delta\omega^2\right] = \frac{1}{2}\left[(m + 4m_h)\Delta v^2 + 4 \cdot \frac{3}{4}m_h R^2 \Delta v^2/R^2\right]$$

$$= \frac{1}{2}\Delta v^2\left[m + 4m_h + 3m_h\right] \Rightarrow \Delta v = v = \sqrt{2gh\frac{m + 4m_h}{m + 7m_h}} \simeq 13.21\text{m/s} = 47.5\text{km/t.}$$

SVAR: C

15) N2: $Ma_{||} = G_{||} - f$ hvor $M = m + 4m_h$, $G_{||} = Mg\sin\theta$ langs bakkeprofilen, $a_{||} = kg\sin\theta$ med $k = 0.89$, som gitt i oppgaveteksten, og f er den samlede friksjonskraften fra underlaget på de 4 hjulene, rettet oppover bakken. Forutsetningen for ren rulling er at $f = f_s \leq f_{max} = \mu_s N = \mu_s Mg\cos\theta$, så vi får:

$$f_s = Mg\sin\theta(1 - k) \leq \mu_s Mg\cos\theta \Rightarrow \theta \leq \arctan\left(\frac{\mu_s}{1 - k}\right) \simeq \arctan(6.364) \simeq 81^\circ$$

Svar: E

16) $I_1 = \sum_{i=1}^{4} m_i r_i^2 = 4ma^2, I_2 = 4mb^2 > I_1$. Med d som diagonalen i rektanglet, fås: $I_3 = 4m(d/2)^2 = 4m(a^2 + b^2) = I_1 + I_2 > I_2 > I_1$.
Svar: A

17) N2 for m_2, først med komponenten langs skråplanet:

$$m_2 g\sin\theta - S = m_2 a,$$

med S som snordraget. S gir dreiemoment på sylinderen, så N2-rot på denne gir:

$$\vec{\tau} = I\alpha\hat{\omega} = \frac{I}{R}a\hat{\omega} = \vec{R} \times \vec{S} = RS\hat{\omega},$$

hvor vi har brukt rullebetingelsen til å erstatte α. $\hat{\omega}$ er rettet inn i papirplanet. S elimineres nå ved å kombinere de to ligningene:

$$\frac{I}{R^2}a = \frac{m_1 R^2}{2R^2}a = m_2 g\sin\theta - m_2 a \Rightarrow a = \frac{m_2 g\sin\theta}{m_2 + \frac{m_1}{2}} = \frac{g\sin\theta}{1 + \frac{m_1}{2m_2}}$$

SVAR: D

18) Barn og karusell kan betraktes som et isolert system, som gir dreieimpulsbevaring:

$$L_f = m_b r v_f = L_e = (I_k + m_b r^2)\omega_e \Rightarrow \omega_e = \frac{m_b r v_f}{I_k + m_b r^2}.$$

Innsetting av tallverdier gir: $\omega_e \simeq 0.31$ rad/s.
SVAR: B

19) SVAR: E (C er ikke *generelt* riktig - den gjelder ikke for systemer der treghetsmoment endres av indre krefter, f.eks. i en kunstløperpiruett).

20) Dreieimpulsbevaring

$$L_s = I_s 2\pi/T_s = c m_s R_s^2 2\pi/T_s = L_{ns} = c m_s R_{ns}^2 2\pi/T_{ns} \Rightarrow T_{ns} = \frac{R_{ns}^2}{R_s^2} T_s.$$

Innsetting av tallverdier gir: 0.11 ms

SVAR: C

21)
SVAR: B

22) Ta utgangspunkt i dreiemoment på trinsa, og bruk N2 rot:

$$\vec{\tau} = \vec{R} \times \vec{S}_2 + \vec{R} \times \vec{S}_1 = R(S_2 - S_1)\hat{\omega} = Rg(m_2 - m_1)\hat{\omega},$$

hvor $\hat{\omega}$ ut av papirplanet er valgt som positiv rotasjon. Bruk nå N2 rot på systemets totale dreiempuls, dvs.

$$\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d}{dt}\left(I_t\omega + m_1 vR + m_2 vR\right)\hat{\omega} = \left(\frac{1}{2}m_t R^2\alpha + m_1 Ra + m_2 Ra\right)\hat{\omega} = Ra\left(\frac{1}{2}m_t + m_1 + m_2\right)\hat{\omega}.$$

Ved å kombinere de to uttrykkene for τ, finnes akselerasjonen: $a = g\frac{m_2 - m_1}{\frac{1}{2}m_t + m_1 + m_2}$. Denne er konstant, så:

$$t = \sqrt{\frac{2\Delta x}{a}} = \sqrt{\frac{2\Delta x\left(\frac{1}{2}m_t + m_1 + m_2\right)}{g\left(m_2 - m_1\right)}}.$$

Innsetting av tall gir $t \simeq 0.78$ s

SVAR: D

23) Fra formelsamling, konservativ kraft $\vec{F} = -\nabla U = -(du/dx)\hat{x}$ i en dimensjon.
SVAR: A

24) Finner først $\omega = 2\pi/T = 2\pi/(3/2) = 4/3\pi$.
Fra startbetingelsene får vi:

$$x(t=0) = x_0 = A\cos(\omega \cdot 0 + \phi) = A\cos\phi$$

$$v(t=0) = v_0 = \frac{dx}{dt}|_{t=0} = -A\omega\sin(\omega \cdot 0 + \phi) = -A\omega\sin\phi$$

$$A = \frac{x_0}{\cos\phi} \Rightarrow v_0 = -x_0\omega\tan(\phi) \Rightarrow \phi = \arctan(\frac{v_0}{-x_0\omega}) = -0.445 \wedge A = 0.277\text{m}$$

$$\Rightarrow x(t) = (0.277m)\cos(\frac{4\pi}{3}t - 0.445)$$

SVAR: E

25) Standardløsning på oscillatoren, med $\omega = 2\pi f$ og $\phi = 0$, gir akselerasjon for oscillatoren:

$$a_{ho} = \frac{d^2x}{dt^2} = -A\omega^2\cos(\omega t) = -\omega^2 x(t).$$

Ser at maksimal akselerasjon langs positiv x inntreffer ved maks negativt utslag, altså $t = T/2 \Rightarrow \cos(\omega T/2) = cos(\pi) = -1 \Rightarrow \max(a_{ho}) = A\omega^2$. N2 på den øverste blokka:

$$m\vec{a} = m(a_x\hat{x} + a_y\hat{y}) = (ma_{ho} - f)\hat{x} + (N - mg)\hat{y}.$$

Toppblokka sklir langs horisontalen $\Rightarrow$ N1 langs vertikalen gir N=mg. Horisonalt fås dermed:

$$ma_x = ma_{ho} - \mu_s mg \Rightarrow a_x = a_{ho} - \mu_s g.$$

Kritisk amplitudeutslag er observert til å være 5 cm, som altså må representere likvekt mellom fjærkraften fra oscillatoren og den statiske friksjonen mellom blokkene. Dermed:

$$\mu_s = \max(a_{ho}|_{A=0.05m})/g = \frac{(0.05\text{m})\omega^2}{g} \simeq 0.65$$

SVAR: D

26) Fysisk pendel. Formelsamlinga gir $T = 2\pi/\omega = 2\pi\sqrt{I(x)/Mgx}$, hvor $I(x)$ bestemmes vha Steiners sats: $I(x) = I_0 + Mx^2 = M(L^2/12 + x^2)$. Dermed er perioden sfa x:

$$T(x) = \frac{2\pi}{\sqrt{12g}}\sqrt{\frac{L^2 + 12x^2}{x}} = \frac{2\pi}{\sqrt{12g}}\sqrt{f(x)}.$$

Derivasjon m.h.p x :

$$\frac{dT}{dx} = \frac{dT}{df}\frac{df}{dx} = \frac{\pi}{\sqrt{12gf(x)}}\left(x^{-1}24x - x^{-2}(L^2 + 12x^2)\right) = \frac{\pi}{\sqrt{12gf(x)}}\left(12 - \frac{L^2}{x^2}\right).$$

Dvs. mimum T ved

$$\frac{dT}{dx} = \frac{\pi}{\sqrt{12gf(x)}}\left(12 - \frac{L^2}{x^2}\right) = 0.$$

For $0 \leq x \leq L/2$ er $f(x)$ positiv og endelig, så minima er gitt ved:

$$\frac{dT}{dx} = 0 = \frac{df}{dx} \Rightarrow x = \frac{L}{\sqrt{12}}$$

SVAR: D

27) Startbetingelsene gir standardløsning fra formelsamling uten faseskift, og kan skrives på formen $x(t) = A(t)\cos(\omega t)$, der $A(t) = A_0 \exp(-\gamma t)$, med $A_0 = x(t=0)$. Siden det spørres etter antall hele svingeperioder, kan cos-leddet sløyfes (settes = 1), slik at man bare betrakter tap p.g.a dempeleddet. Den totale mekaniske energien er i utgangspunktet $E(t=0) = U(t=0) = 1/2kx^2(t=0) = 1/2m\omega^2 A_0^2 = E_0$, som gir $E(t) = 1/2m\omega^2(A(t))^2 = 1/2m\omega^2 A_0^2 \exp(-2\gamma t) = E_0 \exp(-2\gamma t)$. Dermed:

$$\frac{E(t)}{E_0} = \exp(-2\gamma t) \Rightarrow t = -\frac{1}{2\gamma}\ln\left(\frac{E(t)}{E_0}\right) \Rightarrow \frac{t}{T} = -\frac{f}{2\gamma}\ln\left(\frac{E(t)}{E_0}\right).$$

Innsetting av $E(t)/E_0 = 0.5$ og tallverdier fra oppgaveteksten gir: $t/T \simeq 1050$

SVAR: C

28) SVAR: D

29) Bølgefart:

$$v^2 = \frac{(2l)^2}{\Delta t^2} = \frac{S}{\mu} = \frac{Sl}{M} \Rightarrow S = \frac{4lM}{t^2}.$$

Innsetting av tallverdier gir $S = 888.9 \simeq 890$ N.
SVAR: B

30) Energien i lydpulsen blir $E_0 = k_1 mgh$, med $k_1 = 5 \cdot 10^{-4}$ som andelen av kinetisk energi i støtøyeblikket som konverteres til lydbølgeenergi. Den midlere effekten i punktkilden $< P_0 >= E_0/\Delta t$. Effekten er konstant (når vi ikke har absorpsjon), men fordeler seg over en stadig større kuleflate i avstand fra kilden. Vi får $I(r) =< P_0 > /(4\pi r^2)$. Med støygrense på $I_h = 40dB = 10^{-8}$ W/m^2, blir maksimal avstand for hørbar lyd:

$$r = \sqrt{\frac{k_1 mg}{4\pi\Delta t I_h}}.$$

Innsetting av tallverdier gir: $r \simeq 6.25$ m.
SVAR: C

31) Siden ingen bølge reflekteres i den kontinuerlige overgangen fra μ_0 til μ_1, (T=1), vil all bølgenergi transmitteres, dvs. $E_1 = E_0$. I praksis finnes det ingen grenseflate langs strengen siden endringen er kontinuerlig. Bølgefarten endres kontinuerlig, men det er nok å se på utgangspunkt og slutttilstand:

$$v_1 = \sqrt{\frac{S}{\mu_1}} = \sqrt{\frac{3S}{2\mu_0}} = \sqrt{\frac{3}{2}}v_0 = \sqrt{\frac{3}{2}}\frac{\omega_0}{k_0} = \frac{\omega_1}{k_1}.$$

$$\omega_1 = \omega_0 = \omega \Rightarrow k_1 = \sqrt{\frac{2}{3}}k_0 \simeq 20.4\mathrm{m}^{-1}.$$

For å kunne besvare oppgaven, må det også sjekkes hva som skjer med utslaget gjennom overgangen, og dette benyttes energitettheten i bølgene. Med utgangspunkt i energibevaring og null refleksjon, må energitettheten være den samme på langs den 1-dimensjonale strengen for å unngå at energi hoper seg opp et eller annet sted. Dvs.:

$$\bar{\epsilon_1} = \bar{\epsilon_0} \Rightarrow \frac{1}{2}\mu_0\omega^2 y_0^2 = \frac{1}{2}\frac{2}{3}\mu_0\omega y_1^2 \Rightarrow y_1 = \sqrt{\frac{3}{2}}y_0 \simeq 0.011\mathrm{m}$$

SVAR: A

32) Den høyeste frekvensen får de ved å kjøre rett mot hverandre, og den minste fås ved å snu bilene og kjøre rett fra hverandre, dvs.

$$f_{min,max} = f_0 \cdot \frac{v \mp v_b}{v \pm v_b},$$

hvor $v_b = 155$ km/t $\simeq 43$ m/s er bilenes maksimale hastighet. Innsetting av tall gir 271 Hz $< f <$ 451 Hz

SVAR: C

33) Tilnærmet destruktiv interferens i målepunktet, dvs.:

$$\Delta Phi = k\Delta r = \frac{\omega}{v}\Delta r = 2\pi f \Delta r/v = (2n-1)\pi \Rightarrow f = (2n-1)\frac{v}{2\Delta r} \Rightarrow f_n = (2n-1)f_0$$

:) $f \geq f_0 = v/(2\Delta r) = 680\mathrm{Hz}$

SVAR: B

34) Newtons gravitasjonslov og sirkulær kometbane gir:

$$\frac{GM_s m_k}{r_0^2} = \frac{m_k v^2}{r_0} = m_k\omega^2 r_0 = \frac{m_k 4\pi^2 r_0}{T^2} \Rightarrow r_0 = \left(\frac{GM_s T^2}{4\pi^2}\right)^{1/3}.$$

Innsetting av tallverdier gir $r_0 \simeq 2.7 \cdot 10^{12}$ m $= 2.7 \cdot 10^9$ km.
SVAR: B

35) Fra K3 har vi at $T^2/a^3 =$ konstant, uavhenging av eksentrisiteten, så med T uendret fra forrige oppgave, må $a = r_0$. Ved å tegne ellipsen, sees det at $r_{maks} - r_{min} = 2\epsilon a$. Dermed:

$$\frac{r_{maks} - r_{min}}{r_0} = \frac{2\epsilon r_0}{r_0} = 2\epsilon \simeq 1.93.$$

SVAR: E

36) Ser fra symmetrien at x-bidragene kansellerer (like store, motsatt rettet). Feltbidraget fra massene i y=0 kansellerer hverandre fullstendig. For de resterende får vi v. superpos.:

$$\vec{g} = \frac{GM}{R^2}\hat{y} + 2 \cdot \frac{GM}{R^2} \sin(\pi/4)\hat{y} = \frac{GM}{R^2}\left(1+\sqrt{2}\right)\hat{y}.$$

SVAR: C

37) Differensierer gravitasjonskrafta m.h.p. r:

$$\frac{dF}{dr} = \frac{d}{dr}(-\frac{GMm_j}{r^2}) = 2\frac{GMm_j}{r^3} = -2\frac{F}{r} \Rightarrow dF = \frac{-2F dr}{r} \Rightarrow \Delta F = \frac{-2F}{r}\Delta r,$$

hvor Δr er jordas diameter. Forholdet blir altså

$$\frac{\Delta F_s}{\Delta F_m} = \frac{-2F_s r_m}{-2F_m r_s}\frac{\Delta r}{\Delta r} = \frac{F_s r_m}{F_m r_s}.$$

Ved innsetting av tall fås: $\Delta F_s/\Delta F_m \simeq 0.46$.

SVAR: A

38)

$$\delta t = \Delta\bar{t} - \Delta t = \Delta\bar{t}(1-\gamma) \Rightarrow \Delta\bar{t} = \delta t/(1-\gamma)$$

Med δt = -1 s og hastighet fra oppgaveteksten, fås $\Delta\bar{t} \simeq 4.04 \cdot 10^{10}$ s $\simeq$ 1281 år.

SVAR: C

39) Har $K = 2(\gamma-1)mc^2 = Mc^2 - 2mc^2$, og $\gamma = 1/\sqrt{1-16/25} = 5/3$. Innsetting av γ i det første uttrykket gir $Mc^2 = 2(5/3-1+1)mc^2 \Rightarrow m = 3M/10$. Dermed:

$$K = 2(5/3-1)3/10Mc^2 = (1-3/5)Mc^2 = 0.4Mc^2.$$

SVAR: D

40) Vi har $p = \gamma m_e v = BeR \Rightarrow R = \frac{m_e\gamma v}{eB}$, der alle strrelser utenom γ og v er kjente. Disse finnes v.h.a.

$$K = (\gamma-1)m_e c^2 \Rightarrow \gamma = (\frac{K}{m_e c^2}+1).$$

Og videre:

$$\gamma = (1-v^2/c^2)^{-1/2} = \frac{K}{m_e c^2}+1 \Rightarrow 1-v^2/c^2 = \left(\frac{m_e c^2}{K+m_e c^2}\right)^2 \Rightarrow v = c\sqrt{1-\left(\frac{m_e c^2}{K+m_e c^2}\right)^2}.$$

Får:

$$\gamma v = \frac{c}{m_e c^2}\Big((K + m_e c^2)^2 - m_e^2 c^4\Big)^{1/2} = \frac{1}{m_e c}\sqrt{K^2 + 2K m_e c^2}.$$

Substitusjon for γv i uttrykket for baneradien gir:

$$R = \frac{\sqrt{K^2 + 2K m_e c^2}}{eBc},$$

som med konstanter og tallverdier fra oppgaveteksten gir: $R \simeq 280$ m.
SVAR: B