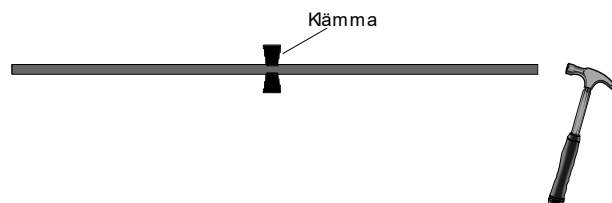




TENTAMEN I FYSIK

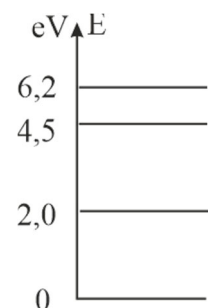
Kurs:	HF0025 Fysik för basår II						
Moment:	TENB, 8 hp						
Program:	Tekniskt basår/Bastermin TBASA						
Rättande lärare:	Stefan Eriksson, Staffan Linnæus						
Examinator:	Staffan Linnæus, tel. 08 790 4804						
Datum:	2021-01-08						
Tid:	8.00 - 12.00						
Jourhavande lärare:	Stefan Eriksson, tel. 08 790 4809						
Hjälpmedel:	Miniräknare Godkänd formelsamling ISBN978-91-27-72279-8 eller ISBN978-91-27-42245-2, passare, gradskiva och linjal						
Omfattning och betygsgränser:	0-10 p	11 p	12-14	15-17	18-20	21-23	24-26
	F	Fx	E	D	C	B	A
Övrig information:	<p>Till samtliga uppgifter krävs fullständiga lösningar. Lösningarna skall vara tydliga och lätta att följa. Införda beteckningar skall definieras. Uppställda samband skall motiveras. Till uppgifter innehållande kraftsituationer (eller andra vektorsituationer) skall vektorfigurer ritas med linjal. Skriv helst med blyertspenna! Uppgifter med elektriska kretsar skall redovisas med kopplingsscheman som definierar använda storheter.</p> <p>Lycka till!</p>						

- 1 Gränsvåglängden för fotoeffekt för en viss yta är 465 nm.
Hur stort utträdesarbete har ytan? Ange svaret i enheten eV. (2p)
- 2 En 1,0 m lång metallstång kläms fast på mitten och anslås i ena änden av en hammare.
Toner med olika frekvenser hörs som uppkommer när stängen vibrerar longitudinellt med nod vid klämman.
a) Beräkna ljudets utbredningshastighet i stängen om den lägsta möjliga frekvensen är 1750 Hz
b) Beräkna den näst lägsta frekvens de tonerna kan ha.
Rita tydlig figur där noder och bukar framgår. (2p)



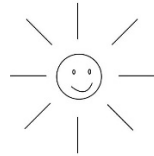
- 3 En monokromatisk ljuskälla avger ljus med endast våglängden 638 nm och har effekten 0,50 W.
Bestäm hur många fotoner som sänds ut varje sekund. (2p)
- 4 Vilken spänning behövs för att accelerera en elektron så att den får de Broglie-våglängden 0,10 nm? (2p)

- 5 En atom har energidiagrammet till höger.
a) Beräkna den kortaste våglängd hos den strålning som atomen kan emittera. (1p)
b) Hur många olika våglängder kan atomen emittera? (1p)

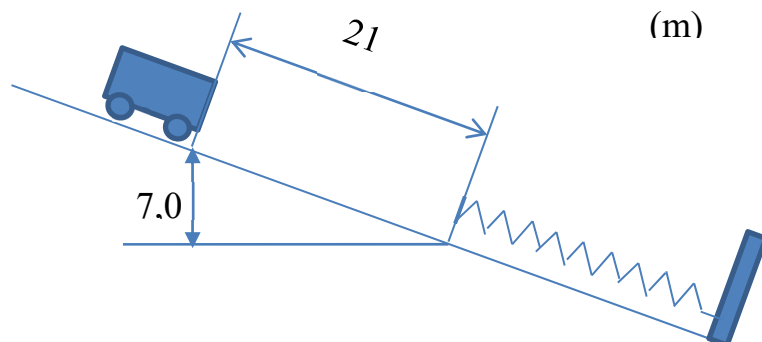


- 6 Vågornas utbredningshastighet i en 1,30 m lång sträng är 24,9 m/s.
Ange de frekvenser i intervallet 28 Hz – 39 Hz som ger stående transversella vågor i strängen. Strängens ändar sitter fast i fästpunkter som inte kan röra sig. (2p)
- 7 Ljus med våglängden 410 nm faller in vinkelrätt mot ett gitter med 650 linjer per mm.
Beräkna den största avbøjningsvinkel som förekommer i det ljus som passerar gittret. (2p)

- 8 En elektron i vila accelereras genom spänningen 0,17 MV. Bestäm elektronens sluthastighet. (2p)
- 9 Ett preparat innehåller 8,5 g Plutonium- 239.
a) Bestäm aktiviteten i preparatet. (1p)
b) Bestäm den aktivitet som preparatet kommer att ha om 22 000 år. (1p)
- 10 Atomkärnor av bornukliden ^{10}B bombarderas med alfapartiklar varvid en proton per reaktion utsänds.
a) Ange kärnreaktionen. (1p)
b) Beräkna energiomsättningen. (1p)
- 11 En cylinder med höjden 12 cm och radien 4,0 cm ligger i omloppsbanan runt solen. Den ligger på ett avstånd som är så att intensiteten är $1,5 \text{ kW/m}^2$. Vidare ligger cylindern i en sådan position att symmetriaxeln, streckad i bilden, hela tiden är vinkelrät mot sträckan mellan solen och cylindern. Bestäm cylinderns temperatur. Cylindern kan betraktas som en svart kropp. (3p)



- 12 En stillastående vagn släpps från positionen i bilden nedan och börjar rulla utför det lutande planet. Efter en stund så krockar den med en lång fjäder som bromsar in vagnen. Vagnen fastnar då i fjädern och påbörjar en oscillerande rörelse. Se bilden nedan för mått. Vagnen väger 420 kg och fjäderkonstanten är 620 N/m. Förutsätt att vi kan ignorera luftmotstånd och friktion och att ingen energi går förlorad i krocken.
a) Hur mycket trycks fjädern ihop som mest? (2p)
b) Vilken amplitud får svängningen? (1p)



Lösningsförslag

- 1 Einsteins formel för fotoelektrisk effekt :

$$hf = E_k + E_u$$

Om inkommande energi, hf , precis räcker för att få loss elektronen *blir* $E_k = 0$

$$E_u = hf$$

$$c = f\lambda \quad \Rightarrow \quad f = \frac{c}{\lambda}$$

$$E_u = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8}{465 \cdot 10^{-9}} \text{ J} = 4,272 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{Vilket motsvarar } \frac{4,272 \cdot 10^{-19}}{1,6022 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} = 2,667 \text{ eV}$$

Svar: 2,67 eV

2 a) $\frac{\lambda}{2} = 1,0 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad \lambda = 2,0 \text{ m} \quad v = f\lambda \Rightarrow$

$$v = f\lambda$$

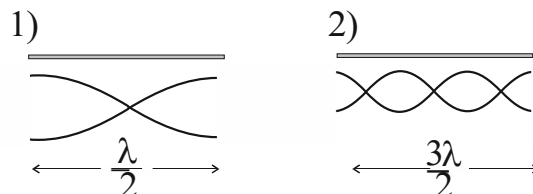
$$v = 2,0 \cdot 1750 \text{ m/s} = 3500 \text{ m/s}$$

Svar: 3,5 km/s

b) $\frac{3}{2}\lambda = 1,0 \text{ m} \Rightarrow \lambda = \frac{2}{3} \cdot 1,0 \text{ m}$

$$f = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow f = \frac{3500}{2/3} \text{ Hz} = \frac{3500 \cdot 3}{2} \text{ Hz} = 5250 \text{ Hz}$$

Svar: 5,3 kHz



- 3 För vare foton gäller :

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

$$E = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{638 \cdot 10^{-9}} \text{ J} = 3,12 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$E = P \cdot t$ På en sekund omsätts då energin

$$E = 0,50 \cdot 1 \text{ J} = 0,50 \text{ J}$$

Antal fotoner:

$$\frac{0,50}{3,12 \cdot 10^{-19}} = 1,60 \cdot 10^{18} \text{ st}$$

Svar: $1,6 \cdot 10^{18}$ fotoner

4 Först beräknas hastigheten v :

$$\text{de Broglie: } \lambda = \frac{h}{p}$$

$$p = mv$$

$$\lambda = \frac{h}{mv} \Rightarrow v = \frac{h}{m\lambda}$$

$$v = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 0,10 \cdot 10^{-9}} \text{ m/s} = 7277717 \text{ m/s}$$

Relativistiska beräkningar krävs då inte då detta är mindre än 10% av c .

Under accelerationen blir elektrisk potentiell energi kinetisk energi.

Energiändringen, E , under accelerationen fås ur spänningsdefinitionen:

$$U = \frac{E}{Q} \Rightarrow E = QU$$

$$E_{ep} \rightarrow E_k$$

$$QU = \frac{mv^2}{2}$$

$$U = \frac{mv^2}{2Q}$$

$$U = \frac{9,1094 \cdot 10^{-31} \cdot 7277717^2}{2 \cdot 1,60218 \cdot 10^{-19}} \text{ V} = 150,6 \text{ V}$$

Svar: 0,15 kV

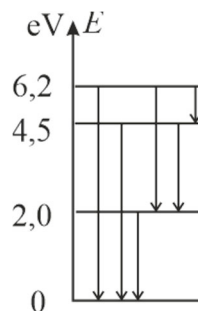
5 a) Kortast våglängd motsvarar den största energiskillnaden ΔE .

$$\text{Störst } \Delta E = 6,2 - 0 = 6,2 \text{ eV}$$

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E}$$

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3,00 \cdot 10^8}{6,2 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19}} \text{ m} = 2,005 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

b) Varje pil svarar mot en våglängd.



Svar: a) $2,0 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

b) 6 olika våglängder

6

$$v = f\lambda \quad \Leftrightarrow \quad f = \frac{v}{\lambda}$$

$$1) \frac{\lambda}{2} = 1,30 \text{ m} \quad \lambda = 2,60 \text{ m}$$

$$f = \frac{24,9}{2,60} \text{ Hz} = 9,58 \text{ Hz}$$

$$2) \lambda = 1,30 \text{ m}$$

$$f = \frac{24,9}{1,30} \text{ Hz} = 19,15 \text{ Hz}$$

$$3) \frac{3\lambda}{2} = 1,30 \text{ m} \quad \lambda = 0,867 \text{ m}$$

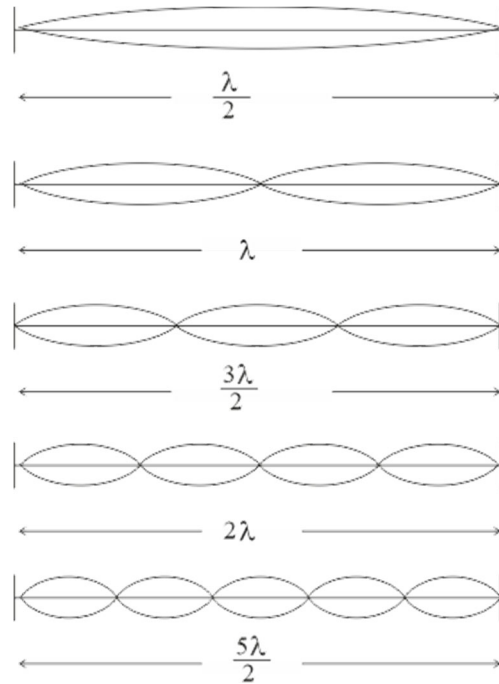
$$f = \frac{24,9}{0,867} \text{ Hz} = 28,7 \text{ Hz}$$

$$4) 2\lambda = 1,30 \text{ m} \quad \lambda = 0,65 \text{ m}$$

$$f = \frac{24,9}{0,65} \text{ Hz} = 38,3 \text{ Hz}$$

$$5) \frac{5\lambda}{2} = 1,30 \text{ m} \quad \lambda = 0,52 \text{ m}$$

$$f = \frac{24,9}{0,52} \text{ Hz} = 47,9 \text{ Hz}$$



Svar: $f = 28,7 \text{ Hz}$ och

$$f = 38,3 \text{ Hz}$$

7. De möjliga avböjningsvinklarna ges av gitterformeln $d \sin \alpha_p = p\lambda$, där p är ett heltal. Det största möjliga värdet på p ges av $\sin \alpha_p \leq 1 \Rightarrow \frac{p\lambda}{d} \leq 1 \Rightarrow p \leq \frac{d}{\lambda}$.

Gitterkonstanten $d = \frac{1 \text{ mm}}{650} \approx 1,5385 \cdot 10^{-6} \text{ m}$. Detta ger $p \leq \frac{1,5385 \cdot 10^{-6}}{410 \cdot 10^{-9}} \approx 3,75$. Det största heltalsvärde p kan anta är därför 3. Detta ger den maximala avböjningsvinkeln $\alpha_3 = \arcsin \frac{3\lambda}{d} = \arcsin(3 \cdot 410 \cdot 10^{-9} \cdot 650 \cdot 10^3) \approx 53,08^\circ$.

Svar: Den största avböjningsvinkeln är 53° .

Under accelerationen blir elektrisk potentiell energi kinetisk energi.

Energiändringen, E , under accelerationen fås ur spänningsdefinitionen:

$$U = \frac{E}{Q} \quad \Rightarrow \quad E = QU$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \text{ Leder till en hastighet över } c. \text{ Relativistisk beräkning krävs alltså.}$$

$$E_k = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - mc^2$$

$$E_{ep} \rightarrow E_k$$

$$QU = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - mc^2$$

$$QU = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) \quad \Rightarrow \quad \frac{QU}{mc^2} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \quad \Rightarrow \quad \frac{QU}{mc^2} + 1 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \Rightarrow$$

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{\frac{QU}{mc^2} + 1} \quad \Rightarrow \quad 1 - \frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{1}{\frac{QU}{mc^2} + 1} \right)^2 \quad \Rightarrow \quad 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{\left(\frac{QU}{mc^2} + 1 \right)^2} \quad \Rightarrow$$

$$1 - \frac{1}{\left(\frac{QU}{mc^2} + 1 \right)^2} = \frac{v^2}{c^2} \quad \Rightarrow \quad v^2 = c^2 \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{QU}{mc^2} + 1 \right)^2} \right) \quad \Rightarrow$$

$$v = c \sqrt{1 - \frac{1}{\left(\frac{QU}{mc^2} + 1 \right)^2}}$$

$$v = 3,00 \cdot 10^8 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{\left(\frac{1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 0,17 \cdot 10^6}{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot (3,00 \cdot 10^8)^2} + 1 \right)^2}} \text{ m/s} = 1,98 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Svar : $2,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

9

a)

$$A = \lambda N$$

$$N = \frac{8,5 \cdot 10^{-3}}{239 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}} = 2,14 \cdot 10^{22} \text{ st plutoniumatomer}$$

$$T \cdot \lambda = \ln 2 \quad \Leftrightarrow \quad \lambda = \frac{\ln 2}{T} \quad \text{där } T \text{ är halveringstiden}$$

$$T = 24000 \text{ år}$$

$$A = \lambda N = \frac{\ln 2}{T} \cdot N$$

$$A = \frac{\ln 2}{24000 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} \cdot 2,14 \cdot 10^{22} = 1,96 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

b)

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$N = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$$

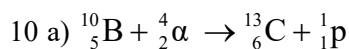
$$\frac{N}{N_0} = e^{-\frac{\ln 2}{T} t} = e^{-\frac{\ln 2}{24000} 22000} = 0,5297$$

Det innebär att 52,97% av det ursprungliga plutoniumet är kvar och eftersom aktiviteten är proportionell mot antalet nuklider är även aktivitet 52,97 % av den ursprungliga .

$$A = 0,469 \cdot 1,96 \cdot 10^{10} \text{ Bq} = 1,038 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

Svar: a) 20 GBq

b) 10 GBq



b) För att räkna ut skillnaden i massor före och efter reaktionen räknar vi massan för en bor-10-atom och en helium-4-atom. Efter räknar vi med kol-13 och väte. Då blir det 7 elektroner före och efter.

$$\Delta m = m_B - 5m_e + m_{He} - 2m_e - (m_C - 6m_e + m_H - m_e) = m_B + m_{He} - m_C - m_H$$

$$\Delta m = 10,012937\text{u} + 4,002603\text{u} - 13,00335\text{u} - 1,007825\text{u} = 0,004365\text{u}$$

$$E = \Delta m \cdot c^2 = 0,004365 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot (3,00 \cdot 10^8)^2 \text{ J} = 6,52 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 4,07 \text{ MeV}$$

$$\text{alt } E = 0,004365 \cdot 931,5 \text{ MeV} = 4,07 \text{ MeV}$$

Massan före är större och energi frigörs därmed!

Svar: 4,07 MeV frigörs.

11 Instrålningen träffar en rektangel med basen två radier, $2r$, och höjden h :

$$I = 1,5 \text{ kW/m}^2$$

$$P_{in} = I \cdot A_R = I \cdot 2rh$$

Cylindern strålar ut åt alla håll från arean $A_c = 2\pi r^2 + 2\pi rh$

$$P_{ut} = M \cdot A_c = M(2\pi r^2 + 2\pi rh) = \sigma T^4 (2\pi r^2 + 2\pi rh)$$

Vid konstant temperatur gäller $P_{in} = P_{ut}$:

$$I \cdot 2rh = \sigma T^4 (2\pi r^2 + 2\pi rh)$$

$$I \cdot rh = \sigma T^4 (\pi r^2 + \pi rh)$$

$$T^4 = \frac{I \cdot rh}{\sigma(\pi r^2 + \pi rh)}$$

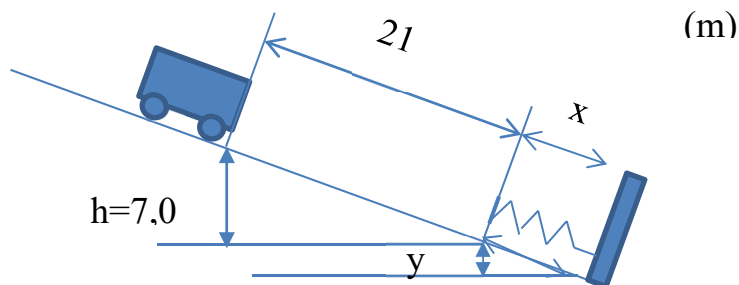
$$T = \left(\frac{I \cdot h}{\sigma(\pi r + \pi h)} \right)^{\frac{1}{4}} = \left(\frac{I \cdot h}{\sigma \pi (r + h)} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$T = \left(\frac{1500 \cdot 12}{5,6705 \cdot 10^{-8} \cdot \pi (4 + 12)} \right)^{\frac{1}{4}} \text{ K} = 281,90 \text{ K}$$

$$281,90 - 273,15 = 8,75$$

Svar : $8,8^\circ\text{C}$

12a) Låt x vara sträckan som fjädern trycks ihop som mest.



Sätt lägesenergin för vagnen till noll när fjädern är hoptryckt som mest. När fjädern är ihoptryckt som mest är rörelseenergin noll och all lägesenergi omvandlad till fjäderenergi:

$$mg(h + y) = \frac{kx^2}{2} \quad \text{där } x \text{ är fjäderns förkortning}$$

Likformighet ger $\frac{x}{y} = \frac{21}{7} \Leftrightarrow y = \frac{x}{3}$ insättes i ekvationen ovan ger:

$$mg(h+y) = \frac{kx^2}{2}$$

$$mg(h + \frac{x}{3}) = \frac{kx^2}{2}$$

$$mgh + \frac{mgx}{3} = \frac{kx^2}{2}$$

$$\frac{kx^2}{2} - \frac{mgx}{3} - mgh = 0$$

$$x^2 - \frac{2mgx}{3k} - \frac{2mgh}{k} = 0$$

$$x^2 - \frac{2 \cdot 420 \cdot 9,82x}{3 \cdot 620} - \frac{2 \cdot 420 \cdot 9,82 \cdot 7,0}{620} = 0$$

$$x^2 - 4,43x - 93,13 = 0$$

pq-formeln:

$$x = \frac{4,43}{2} \pm \sqrt{\frac{4,43^2}{4} - 93,13}$$

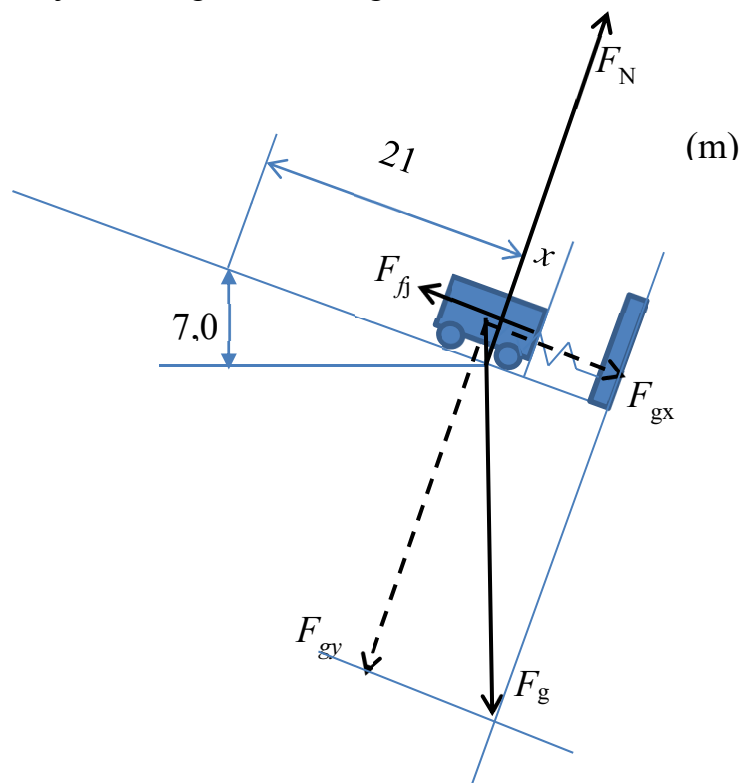
$$x = 2,215 \pm 9,90$$

$$x_1 = 12,12 \text{ m}$$

$$x_2 < 0$$

Svar : 12 m

12b) Vi bestämmer jämviktsläget, dvs det läge då kraftresultanten är noll.



Kraftjämvikt ger: $F_{gx} = F_{fj}$ och Hookes lag ger $F_{fj} = kx$ och likformighet ger $\frac{F_g}{F_{gx}} = \frac{21}{7}$

$$kx = F_{gx} = \frac{F_g}{3} = \frac{mg}{3} \Rightarrow$$

$$x = \frac{mg}{3k} \Rightarrow$$

$$x = \frac{420 \cdot 9,82}{3 \cdot 620} \text{ m} = 2,217 \text{ m}$$

Amplituden, A , kan nu beräknas som skillnaden mellan maxutslaget vi beräknade i a) och jämviktsläget.

$$A = 12,12 - 2,22 = 9,9 \text{ m}$$

Svar: Amplituden blir 9,9 m

Rättningsmall

Omvandlingsfel t.ex. km/h till m/s; ton till kg	-1p
Avrundningsfel, t.ex. $1,37 \approx 1,3$, $1,41 \approx 1,40$	-1 p/uppgift
Räknefel	-1 p
Fysikaliska fel	-2 p minst
Enhetsfel, t.ex. $F = 3,0 \text{ J}$	-1 p
För få värdesiffror i delberäkning	-1 p/uppgift
Omvandlingsfel i svaret vid frivilligt enhetsbyte: inget avdrag om rätt svar finns tidigare	
Felaktigt antal värdesiffror i svaret (+/- 1 OK)	-1 p/tentamen första gången
Odefinierade beteckningar (ej självklara)	-1 p
Ofullständiga lösningar/lösningar svåra att följa	-1 p minst

1 Svarar i enheten joule	-1p
Fel med enheten eV	-1p
2 Figur saknas	-1p
3 -	
4 Fel massa	-1p
5 Använder enheten eV i beräkningen	-2p
Fel övergång	-1p
6 Bara en frekvens rätt	-1p
7 -	
8 Räkna ickerelativistiskt	-2p
9 -	
10 Inte energi i formeln	-0p
11 Fel absorberande area	-1p
Fel emitterande area	-1p
12 a) Felaktigt energiresonemang	-2p
b) Kraftfigur saknas	-1p