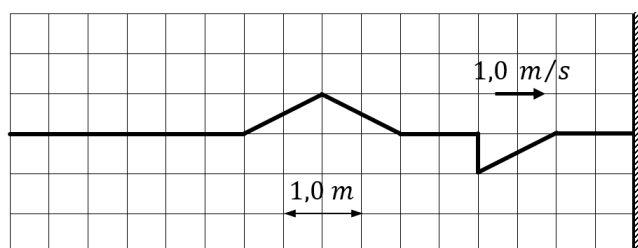


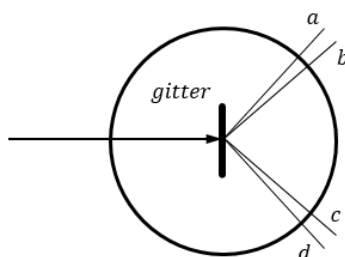
DEL I: Avgör om tentamen blir godkänd.

1. En ny sorts laserpekare med effekten $1,0 \text{ mW}$ sänder ut ljus med våglängden 532 nm . Hur många fotoner sänds ut per sekund? (2p)
2. Två pulser på en sträckt fjäder rör sig åt samma håll med farten $1,0 \text{ m/s}$. Fjädern är fastsatt i en vägg. Figuren visar situationen vid tidpunkten då $t = 0 \text{ s}$. Rita läget för fjädern vid $t = 4,0 \text{ s}$ samt redovisa dina beräkningar fullständigt. (2p)



3. En plan pendel svänger med svängningstiden $1,19 \text{ s}$. Hur stor blir svängningstiden om pendelns längd fördubblas? (2p)
4. I en lampa med märkningen 40 W finns en glödtråd som har arean $0,26 \text{ cm}^2$. Vid vilken våglängd har lampan sitt strålningsmaximum? Glödtråden antas stråla ut som en absolut svart kropp. (2p)
5. Spalten hos en gitterspektrometer belyses med ljus från en natriumlampa. Ljuset faller in vinkelrätt mot ett gitter, vilket är märkt med gitterkonstanten $1,923 \cdot 10^{-6} \text{ m}$. Natriumljuset innehåller två mycket närliggande våglängder. Man analyserar dessa linjer i andra ordningens spektrum. Vinkelavläsningarna vid lägena $a - d$ visas i figur och tabell nedan. Beräkna de båda våglängderna med hjälp av avläsningarna. (2p)

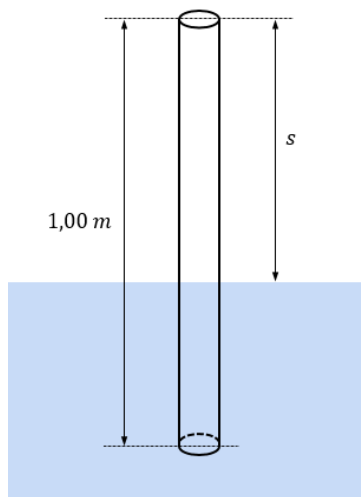
a	b	c	d
$233,16^\circ$	$233,10^\circ$	$157,39^\circ$	$157,34^\circ$



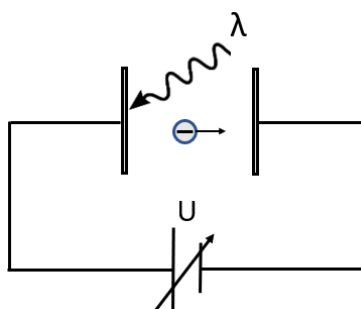
6. Hur mycket energi frigörs det när $^{13}_7\text{N}$ sönderfaller? Svara i MeV med två värdesiffror. (2p)

DEL II: Avgör betyget på tentamen.

7. Ett preparat med den radioaktiva nukliden Krypton ($^{85}_{36}\text{Kr}$) väger $9,17\text{ }\mu\text{g}$. Hur stor är aktiviteten för preparatet? (2p)
8. Ett i båda ändarna öppet rör med längden $1,00\text{ m}$ sänks ned lodrätt i vatten, se figuren nedan. Den luftfyllda delen fungerar som ett halvöppet rör vars längd s kan variera beroende på hur långt ner man sänker röret. En högtalare riktas ovanifrån ner mot öppningen av röret. Den alstrar ljud med frekvensen $0,60\text{ kHz}$ som kan ge upphov till resonanssvängningar i luftpelaren. För vilka värden på längden s hos luftpelaren inträffar resonans? (Ljudhastighet i luft = 331 m/s) (2p)



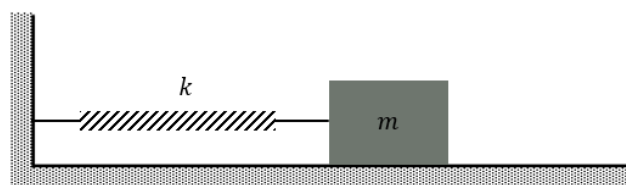
9. Ultraviolett strålning med våglängden 275 nm belyser en kaliumplatta vilket resulterar i att elektroner lämnar plattan och rör sig mot motstående platta. Med bromsspänningen $2,22\text{ V}$ mellan plattorna lyckas man stoppa de snabbaste elektronerna. Vilken bromsspänning krävs för att stoppa elektronerna när plattan istället bestrålas av ljus med våglängden 307 nm ? (2 p)



10. En väteatom befinner sig vid sitt andra exciterade tillstånd, dvs vid energinivå $n = 3$. En foton med våglängden 394 nm absorberas då av väteatomen så att atomen joniseras. Vilken är den största fart som den frigjorda elektronen därmed kan få? (2p)
11. Albert Einstein formulerade flera av sina tankeexperiment kring den speciella relativitetsteorin i termer av tåg som tänktes röra sig med relativistiska hastigheter. När ett tåg står stilla vid en järnvägsstation är det precis lika långt som stationens perrong. Denna längd betecknas l . Vi betecknar ändpunkterna på perrongen A och B enligt figuren, och tågets främre och bakre ändar A' resp. B' . Låt nu istället tåget röra sig framåt och passera perrongen med farten $4c/5$, där c är ljushastigheten. Beräkna tidsskillnaden $\Delta\tau$, definierad som den tid som förflyter i tågets inertialsystem från det att A' passerar B till det att B' passerar A . Svaret skall uttryckas i termer av l och c . (3p)



12. En kropp med massan m glider på ett horisontellt plan. Den sitter fast i en (idealiserad) fjäder med fjäderkonstanten k . Friktionen mot planet beskrivs av friktionskoefficienten μ . Kroppen släpps från vila på avståndet a från jämviktsläget. I jämviktsläget är fjädern ospänd. Det får förutsättas att $ka > \mu mg$ så att kroppen börjar röra sig då den släpps. Hur lång sträcka har kroppen rört sig då dess hastighet är 0 för första gången sedan den släppts? (3p)



LÖSNINGSFÖRSLAG

DEL I

1. På en sekund sänder laserpekaren ut energin

$$P = \frac{E}{t} \Rightarrow E = P \cdot t = 1,0 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ Ws} = 1,0 \text{ mJ}$$

Varje foton har energin

$$E_{\text{foton}} = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,6261 \cdot 10^{-34} \cdot 2,99792458 \cdot 10^8}{532 \cdot 10^{-9}} = 3,736 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

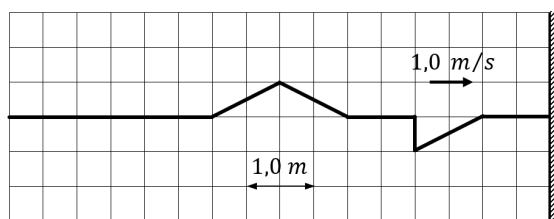
Antalet fotoner som skickas ut per sekund blir då

$$n_{\text{foton}} = \frac{E}{E_{\text{foton}}} = \frac{1,0 \cdot 10^{-3}}{3,736 \cdot 10^{-19}} = 2,676 \cdot 10^{15} \text{ st}$$

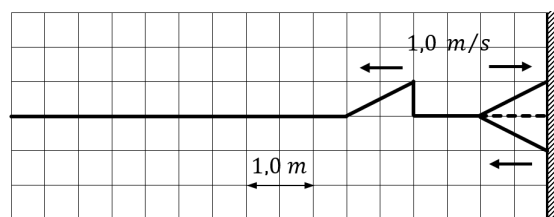
SVAR: $2,7 \cdot 10^{15}$ fotoner

2. Pulserna rör sig sträckan Δs under $t_1 = 0 \text{ s}$ och $t_2 = 4,0 \text{ s}$:

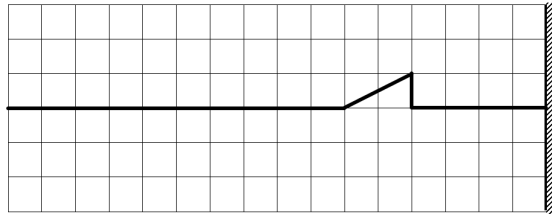
$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta s = v \cdot \Delta t = v \cdot (t_2 - t_1) = 1,0 \cdot (4,0 - 0) = 4,0 \text{ m}$$



Efter $4,0 \text{ s}$ har hela den främre pulsen och hälften av den bakre pulsen reflekterats felvänt.



De reflekterade pulserna superpositioneras med den andra halvan av den bakre inkommande pulsen så att de vid tillfället ger resultatet nedan, vilket är svaret på uppgiften.



3. Svängningstiden T för en pendel:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Låt svängningstiden vara T_1 för pendeln med längden l_1 och svängningstiden T_2 för pendeln med dubbla längden l_2 , dvs $l_2 = 2 \cdot l_1$.

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} \quad (1)$$

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{2 \cdot l_1}{g}} = \sqrt{2} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} \quad (2)$$

$$(1) \text{ i } (2) \text{ ger } T_2 = \sqrt{2} \cdot T_1 = \sqrt{2} \cdot 1,19 = 1,6829 \text{ s}$$

Alternativ lösning:

Längden l_1 beräknas. Med dubbel längd kan T_2 beräknas:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} \Leftrightarrow l_1 = g \cdot \left(\frac{T_1}{2\pi} \right)^2 = 9,82 \left(\frac{1,19}{2\pi} \right)^2 = 0,35225 \text{ m}$$

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{2 \cdot 0,35225}{9,82}} = 1,6829 \text{ s}$$

SVAR: 1,68 s

4. Temperaturen kan ges av Stefan-Boltzmanns strålningslag:

$$M = \sigma \cdot T^4 \quad (1)$$

$$M = \frac{P}{A} \quad (2)$$

$$(1) = (2) \text{ ger } \frac{P}{A} = \sigma \cdot T^4 \Leftrightarrow T^4 = \frac{P}{\sigma \cdot A}$$

$$T = \left(\frac{P}{\sigma \cdot A} \right)^{\frac{1}{4}} = \left(\frac{40}{5,6705 \cdot 10^{-8} \cdot 0,26 \cdot 10^{-4}} \right)^{\frac{1}{4}} = 2282 \dots \text{K}$$

Våglängden λ_m då lampan har sitt strålningsmaximum ges av Wiens förskjutningslag:

$$T \cdot \lambda_m = 2,8978 \cdot 10^{-3}$$

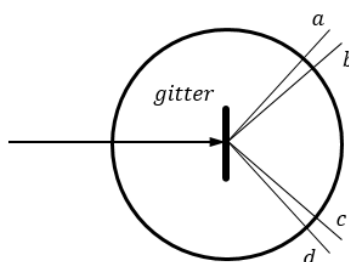
$$\lambda_m = \frac{2,8978 \cdot 10^{-3}}{T} = \frac{2,8978 \cdot 10^{-3}}{2282...} = 1,269... \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

SVAR: $1,3 \mu\text{m}$

5. Gitterkonstanten $d = 1,923 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

De två våglängderna bestäms genom gitterekvationen med andra ordningen, dvs $n = 2$. Vinkeln från centrollinjen (parallell med infallande ljus) är halva vinkeln mellan bc (α_{bc}) respektive ad (α_{ad}).

a	b	c	d
$233,16^\circ$	$233,10^\circ$	$157,39^\circ$	$157,34^\circ$



$$d \cdot \sin \alpha_n = n \cdot \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{d \cdot \sin \alpha}{n}$$

$$\lambda_1 = \frac{d \cdot \sin \frac{\alpha_{bc}}{2}}{n} = \frac{1,923 \cdot 10^{-6} \cdot \sin \frac{233,10^\circ - 157,39^\circ}{2}}{2} = 5,900 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 590,0 \text{ nm}$$

$$\lambda_2 = \frac{d \cdot \sin \frac{\alpha_{ad}}{2}}{n} = \frac{1,923 \cdot 10^{-6} \cdot \sin \frac{233,16^\circ - 157,34^\circ}{2}}{2} = 5,908 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 590,8 \text{ nm}$$

SVAR: 590,0 nm och 590,8 nm

6. Enligt Formelsamlingen ger ${}^{13}_7\text{N}$ ett β^+ – sönderfall.

Det ger reaktionsformeln ${}^{13}_7\text{N} \rightarrow {}^{13}_6\text{C} + {}^0_{+1}e + \nu + \text{energi}$

Den maximala energin:

$$\Delta m = m_{{}^{13}_7\text{N}} - 7m_e - (m_{{}^{13}_6\text{C}} - 6m_e) - 1m_e = m_{{}^{13}_7\text{N}} - m_{{}^{13}_6\text{C}} - 2m_e = 13,00574 - 13,00335 - 2 \cdot 0,00054858 \text{ u} = 0,00129284 \text{ u} = 0,00129284 \cdot 931,494 \text{ MeV} = 1,204 \text{ MeV}$$

SVAR: 1,2 MeV

DEL II

7. Aktiviteten A för preparatet som innehåller antalet kärnor N och med sönderfallskonstanten λ :

$$A = \lambda N$$

Med atommassan $M = 84,9125$ u (enligt formelsamling) för Krypton med totala massan $m = 9,17 \mu\text{g}$ för preparatet ges N :

$$N = \frac{m}{M} = \frac{9,17 \cdot 10^{-9}}{84,9125 \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27}} = 6,5035 \cdot 10^{16} \text{ st}$$

Med halveringstiden $T = 10,7 \text{ år} = 3,3744 \cdot 10^8 \text{ s}$ (enligt formelsamling) ges A :

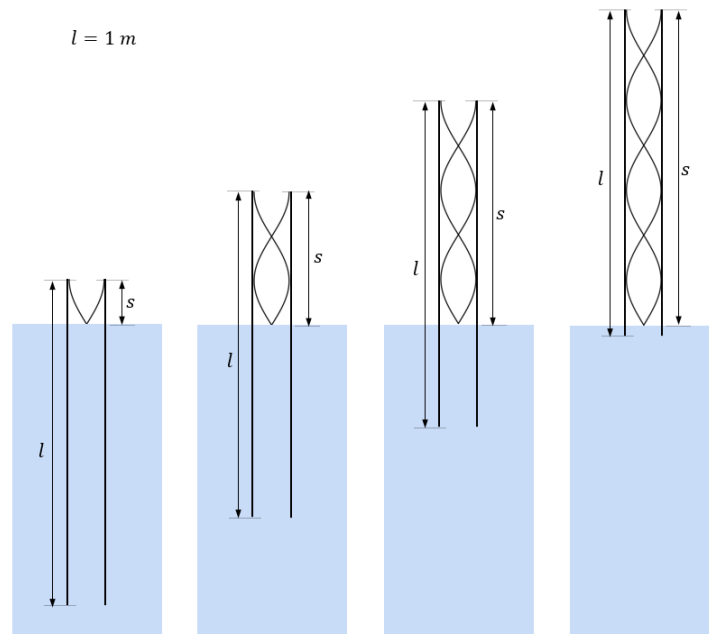
$$\left. \begin{array}{l} \lambda = \frac{\ln 2}{T} \\ A = \lambda N \end{array} \right\} A = \frac{\ln 2}{T} \cdot N = \frac{\ln 2}{3,3744 \cdot 10^8} \cdot 6,5035 \cdot 10^{16} = 1,3359 \cdot 10^8 \text{ Bq}$$

SVAR: 134 MBq

8. Våglängden hos ljudet med frekvensen $0,60 \text{ kHz}$ där ljudets hastighet är 331 m/s :

$$v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{331}{600} = 0,5516 \dots \text{ m}$$

Eftersom resonansen sker i ett halvöppet rör, måste röret ha en längd motsvarande $1/4$ våglängd för grundsvängningen, $3/4$ våglängd för första översvängningen, $5/4$ våglängd för andra översvängningen, osv. Svängningen ger en nod mot vattenytan och en buk vid mynningen med olika antal bukar och noder däremellan beroende på s .



$$s_1 = \frac{\lambda}{4} = \frac{0,5516...}{4} = 0,1379... \text{ m}$$

$$s_2 = \frac{3\lambda}{4} = \frac{3 \cdot 0,5516...}{4} = 0,4137... \text{ m}$$

$$s_3 = \frac{5\lambda}{4} = \frac{5 \cdot 0,5516...}{4} = 0,6895... \text{ m}$$

$$s_4 = \frac{7\lambda}{4} = \frac{7 \cdot 0,5516...}{4} = 0,9654... \text{ m}$$

$$s_5 = \frac{9\lambda}{4} = \frac{9 \cdot 0,5516...}{4} = 1,2412... \text{ m} > 1,00 \text{ m}$$

SVAR: 0,14 m, 0,41 m, 0,69 m och 0,97 m

9. Med bromsspänningen U kan elektronerna stoppas så att rörelseenergin E_K hos elektronerna som lämnar plattan ges av elektrisk potentiell energi. Utträdesarbetet E_U bestäms med sambandet för fotoelektrisk effekt:

$$\left. \begin{array}{l} hf = E_U + E_K \\ c = \lambda f \\ E_K = e \cdot U \end{array} \right\} \frac{hc}{\lambda} = E_U + e \cdot U$$

$$E_U = \frac{hc}{\lambda} - e \cdot U = \frac{6,6261 \cdot 10^{-34} \cdot 2,99792458 \cdot 10^8}{275 \cdot 10^{-9}} - 1,60218 \cdot 10^{-19} \cdot 2,22 = 3,6666 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Bromsspänningen U_{ny} som behövs för att bromsa upp elektronerna som lämnat plattan vid bestrålning av ljus med våglängden λ_{ny} :

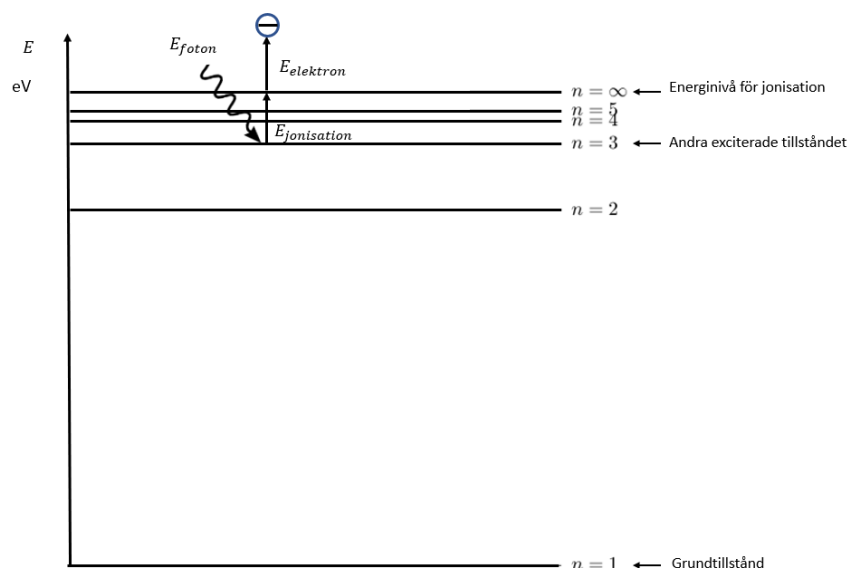
$$\frac{hc}{\lambda_{ny}} = E_U + e \cdot U_{ny} \Leftrightarrow U_{ny} = \frac{\frac{hc}{\lambda_{ny}} - E_U}{e} = \frac{\frac{6,6261 \cdot 10^{-34} \cdot 2,99792458 \cdot 10^8}{307 \cdot 10^{-9}} - 3,6666 \cdot 10^{-19}}{1,60218 \cdot 10^{-19}} = 1,7501 V$$

SVAR: 1,75V

10. Energinivån för en väteatom som befinner sig vid energinivå n ges av $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$

Energien $E_{\text{jonisation}}$ som krävs för att jonisera atomen och frigöra en elektron ges av skillnaden mellan energinivån vid jonisation (0 eV) och det exciterade tillståndet ($n = 3$).

$$E_{\text{jonisation}} = 0 - \left(-\frac{13,6}{3^2} \right) \text{ eV} = 1,5111 \text{ eV}$$



Energien hos den absorberade fotonen med våglängden λ : $E_{\text{foton}} = \frac{hc}{\lambda}$

Den största möjliga energin för den frigjorda elektronen E_{elektron} :

$$E_{\text{elektron}} + E_{\text{jonisation}} = E_{\text{foton}}$$

$$E_{\text{elektron}} = E_{\text{foton}} - E_{\text{jonisation}} = \frac{hc}{\lambda} - E_{\text{jonisation}} =$$

$$\frac{6,6261 \cdot 10^{-34} \cdot 2,99792458 \cdot 10^8}{394 \cdot 10^{-9}} - 1,5111 \cdot 1,60218 \cdot 10^{-19} = 2,6207 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Om all energi blir rörelseenergi E_K för elektronen så är dess fart v maximalt (dvs $v > 0$):

$$\left. \begin{array}{l} E_K = \frac{mv^2}{2} \\ E_K = E_{elektron} \end{array} \right\} \frac{mv^2}{2} = E_{elektron} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{elektron}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,6207 \cdot 10^{-19}}{9,1094 \cdot 10^{-31}}} = 7,5853 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

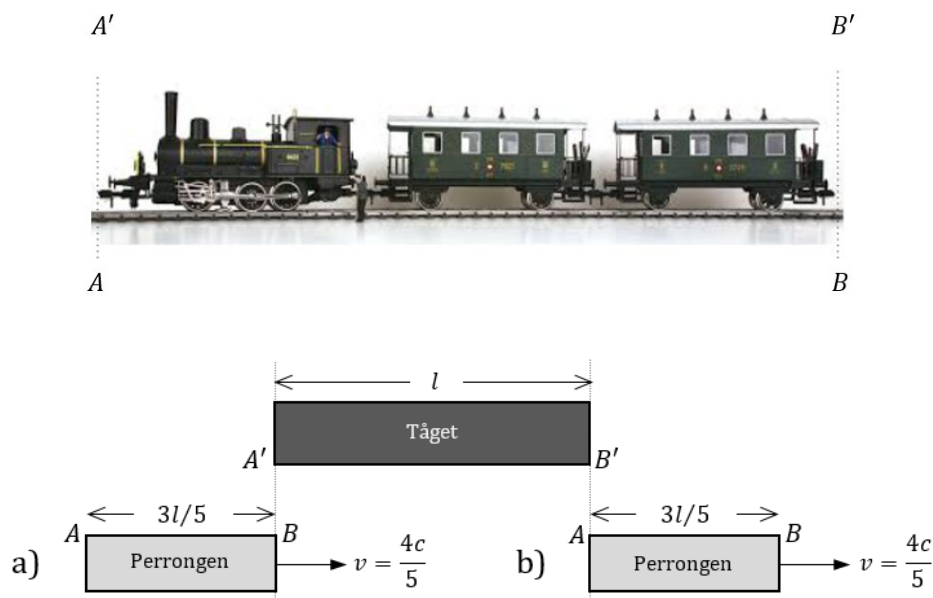
SVAR: 759 km/s

11. Vid vila är stationens perrong lika lång som tågets längd, betecknas l . Tågets hastighet är $v = \frac{4c}{5}$. $\Delta\tau$ är tiden i tågets inertialsystem¹ från det att A' passerar B till det att B' passerar A . Det är observatören som åker i tåget som mäter $\Delta\tau$ och denne mäter upp tågets längd till l . Längdkontraktion:

$$l = l_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

När tåget åker förbi perrongen med längden l så uppfattar observatören i tåget att perrongen har längden:

$$l_{perrong} = l \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = l \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{4c}{5}\right)^2} = l \cdot \sqrt{1 - \frac{16c^2}{25c^2}} = l \cdot \sqrt{\frac{25-16}{25}} = l \cdot \sqrt{\frac{9}{25}} = \frac{3l}{5}$$



¹ Vilket motiverar valet att se på händelseförloppet ur tågförarens synvinkel, där tåget befinner sig i vila och perrongen rör sig med hastigheten $4c/5$ i förhållande till tåget.

Läge a) i figuren ovan visar när tåget passerar perrongens framkant (dvs A' passerar B) och där startar observatören sin klocka.

Läge b) visar när tåget passerar perrongens bakkant (dvs B' passerar A) och där stoppar observatören sin klocka. Observatören har då mätt tiden $\Delta\tau$:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v}$$

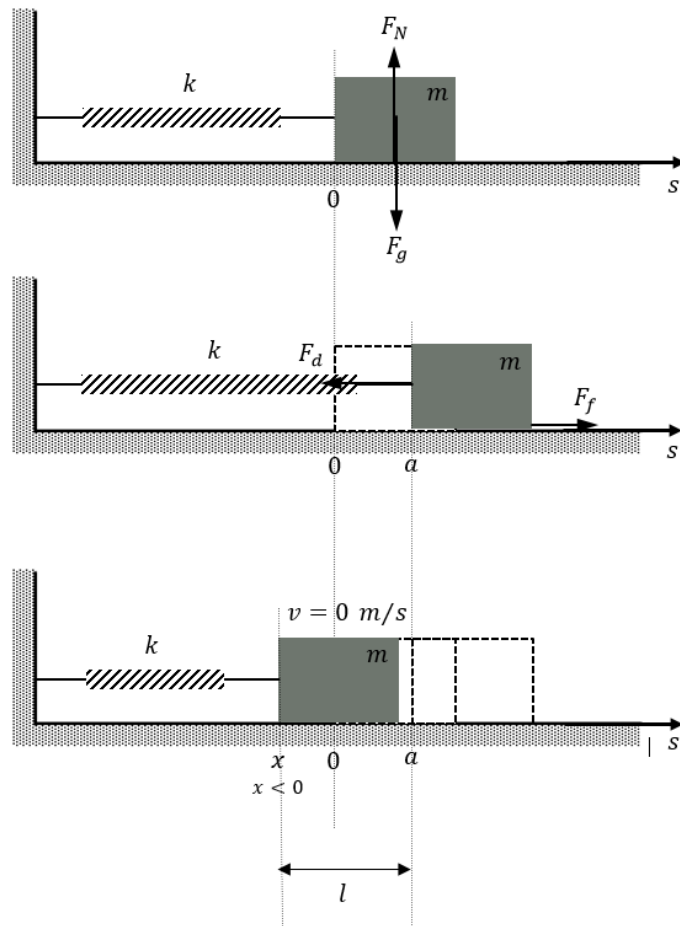
$$\Delta\tau = \frac{\Delta s}{v} = \frac{l + l_{\text{perrong}}}{v} = \frac{l + \frac{3l}{5}}{\frac{4c}{5}} = \frac{\frac{5l + 3l}{5}}{\frac{4c}{5}} = \frac{8l}{5} \cdot \frac{5}{4c} = \frac{2l}{c}$$

SVAR: $\frac{2l}{c}$

12. Översta figuren visar kroppen med massan m då den befinner sig i vila.

$$\uparrow: F_N - F_g = 0$$

$$F_N = F_g$$



I den andra figuren släpps kroppen från vila på avståndet a från jämviktsläget. Där är potentiella energin i fjädern E_{p_1} :

$$E_1 = E_{p_1} = \frac{ka^2}{2}$$

Kroppen sitter fast i fjädern med fjäderkonstanten k . Friktionskoefficienten är μ . Friktionskraften är $F_f = \mu F_N = \mu mg$. Kraften i fjädern är $F_d = ka$ och. Kroppen kan röra sig då $ka > \mu mg$.

Den tredje figuren visar när kroppen har nått vändläget och där är dess hastighet är 0 för första gången sedan den släppts. x är avståndet från positionen där kroppen är i vila med positiv rörelseriktning åt höger i figuren. Sträckan den har rört sig från den släppts är där l . Energin dit ges av energin i fjädern E_{p_2} och ett arbete pga friktion

$$\Delta W = E_f \text{ där } \Delta W = F_f \cdot s.$$

$$E_2 = E_{p_2} + E_f = \frac{kx^2}{2} + F_f \cdot (a - x)$$

med $F_f = \mu F_N = \mu mg$ ges:

$$E_2 = \frac{kx^2}{2} + \mu mg \cdot (a - x)$$

Enligt energiprincipen gäller då att $E_1 = E_2$:

$$\frac{ka^2}{2} = \frac{kx^2}{2} + \mu mg \cdot (a - x)$$

$$ka^2 = kx^2 + 2\mu mg \cdot a - 2\mu mg \cdot x$$

$$a^2 = x^2 + \frac{2\mu mg \cdot a}{k} - \frac{2\mu mg \cdot x}{k}$$

$$x^2 - \frac{2\mu mg}{k}x + \frac{2\mu mg}{k} \cdot a - a^2 = 0$$

$$x = \frac{\mu mg}{k} \pm \sqrt{\left(\frac{\mu mg}{k}\right)^2 - \frac{2\mu mg}{k} \cdot a + a^2}$$

$$x = \frac{\mu mg}{k} \pm \sqrt{\left(\frac{\mu mg}{k} - a\right)^2}$$

$$x = \frac{\mu mg}{k} \pm \left| \frac{\mu mg}{k} - a \right|$$

Med villkoret $ka > \mu mg$ ges $a > \frac{\mu mg}{k}$, vilket ger:

$$x = \frac{\mu mg}{k} \pm \left| \frac{\mu mg}{k} - a \right| = \frac{\mu mg}{k} \pm \left(-\left(\frac{\mu mg}{k} - a \right) \right) \Rightarrow$$

$$\begin{cases} x_1 = \frac{\mu mg}{k} + \frac{\mu mg}{k} - a = \frac{2\mu mg}{k} - a \\ x_2 = a \end{cases}$$

Sträckan l blir då:

$$\begin{cases} l_1 = a - x_1 = a + a - \frac{2\mu mg}{k} = 2a - \frac{2\mu mg}{k} \\ l_2 = a - a = 0 \end{cases}$$

Lösningen $l_2 = 0$ är vid det läget då kroppen släpps. Den förkastas då första tillfället efter att den har släppts söks.

SVAR: Kroppen har rört sig sträckan $2a - \frac{2\mu mg}{k}$

Preliminär Rättningsmall

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

1. Visar inte tydligt sambandet mellan P och E för laserpekaren -1p
2. Visar korrekt inkommande och reflekterad puls efter 4,0 s men felaktig superposition -1p
Beräkning för sträckan som pulserna har fortskridit saknas -1p
Ritar resultatet utan att visa den infallande och reflekterade pulsen -1p
3. Beräknar längden för den korta pendeln +1p
4. Fel area -1p
Löst ut T fel baserat på korrekt uttryck och insatta värden för T^4 -1p
5. Fel gitterkonstant -1p
Beräknar inte halva vinkelskillnaden (använder hela) -1p
Använder inte $n=2$ -1p
Bestämmer vinkelskillnaden mellan fel vinklar -2p
6. Reaktionsformel saknas -2p
Neutrino saknas i reaktionsformeln -1p
Neutrinon är inte tydlig, kan exempelvis ha skrivits som en antineutrino ej avdrag

Energi saknas i reaktionsformel	ej avdrag
Tar inte hänsyn till elektronernas massor	-2p
Tar hänsyn till elektroner men de "försvinner" vid beräkning av massdefekt	-1p
7. Beräknat fel antal kärnor	-1p
Fel tabellvärde från formelsamling, per fel	-1p
8. Redogör inte för sambandet mellan rörets längd och våglängd i text eller figur	-1p
Anger inte alla fyra längder	-2p
Anger längder större än rörets längd	-1p
Fel villkor i ena eller båda ändarna	-2p
9. Bestämmer utträdesarbetet	+1p
10. Räknar ut energin mellan $n=3$ och någon annan nivå än för jonisation	-2p
Tar inte hänsyn till eV	-2p
Motiverar inte att energiskillnad mellan $n=3$ och jonisationsnivå används	-1p
Svarar med att farten kan vara $\pm 7,59 \text{ Mm/s}$	ej avdrag
Beräknar rörelseenergin men inte farten	-1p
11. Beräknar tid för fronten att passera perrongen, dvs $\frac{3l}{4c}$ (då B' passerar B)	-2p
Har inte räknat med längdkontraktion	-3p
Blandar ihop l och l_0	-3p
12. Drar slutsatsen att $l = 2a$	-3p
Bestämmer korrekt uttryck för E_1 och E_2 samt visar $E_1 = E_2$	+1p