



PROVET I FYSIK 30.9.2016 BESKRIVNING AV GODA SVAR

Examensämnets censorsmöte har godkänt följande beskrivningar av goda svar.

Fysikens mål är att förstå och förklara naturens grundstruktur och de grundläggande mekanismer som driver naturfenomenen, samt lagbundenheterna bakom dessa mekanismer. Inom fysiken strävar man efter att uttrycka begreppslig kunskap och kunskapsstrukturer så uttömmande och allmängiltigt som möjligt. Den experimentella metoden är fysikens viktigaste kunskapskälla, och den kunskap som inhämtats presenteras ofta i form av matematiska teori-konstruktioner och modeller. Dessa modeller spelar också en väsentlig roll då det gäller att utveckla, tillämpa och utnyttja den inhämtade kunskapen. Den nära kopplingen mellan teori och empiriska experiment är typisk för inhämtningen, presentationen och tillämpningen av kunskap på fysikens område.

I provet i fysik bedöms såväl förmågan att förstå fysikaliska fakta som förmågan att tillämpa denna kunskap, i enlighet med grunderna för gymnasiets läroplan. I provet bedöms vidare examinandens förmåga att experimentellt inhämta och bearbeta kunskap. Exempel på denna förmåga är bland annat att planera experiment, att behärska användningen av de vanligaste mätinstrumenten, att presentera och tolka resultat samt att dra slutsatser. Problem på naturvetenskapernas och teknologins område löses genom att använda och tillämpa fysikens begrepp och begreppsstrukturer. Problemlösning som uppvisar kreativitet och uppfinningsriktighet ses som särskilt förtjänstfull. På bedömningen inverkar även hur klara examinandens svar är samt hur konsekvent och väldisponerat faktainnehållet i svaren är.

Svaret på en uppgift i fysik inkluderar motiveringar för svaret, om inget annat nämns i uppgiften. Examinanden kan kombinera fakta och tillämpa det inlärd. Svaret visar att examinanden har identifierat det fysikaliska fenomenet korrekt och granskar situationen på ett fysikaliskt meningsfullt sätt. Examinanden kan beskriva den tillämpade fysikaliska modellen och motivera varför modellen kan användas i uppgiften. Ofta kräver svaret situationsbilder, kraftfigurer, kopplingsscheman eller grafiska presentationer. Figurerna, diagrammen och de grafiska presentationerna är tydliga och i enlighet med de allmänna principerna för läroämnet. I kraftfigurer särskiljs de verkliga krafterna tydligt från deras vektorkomponenter.

I de uppgifter som kräver matematisk behandling ska storhetsekvationerna och formlerna motiveras på ett sätt som visar att examinanden tolkat situationen rätt, exempelvis utifrån en fundamental fysikalisk lag eller grundprincip. I svaret ingår även behövliga uträkningar och andra tillräckliga motiveringar samt ett slutresultat. I de delar som kräver beräkningar är storhetsekvationen löst med avseende på den efterfrågade storheten, och i denna storhetsekvation har talvärdena med sina enheter införts. I provet i fysik är alla funktionsräknare, grafiska räknare och symbolräknare tillåtna. Lösningar som gjorts med hjälp av symbolräknare godkänns, så länge det av svaret framgår på vilken situation och vilka symboler i situationen svaret bygger. Räknare kan användas för att lösa ekvationer och dra slutsatser av grafer på det sätt som förutsätts i uppgiften.

Uppgiftens olika delar bedöms med en noggrannhet på 1/3 poäng, och summan avrundas till hela poäng.

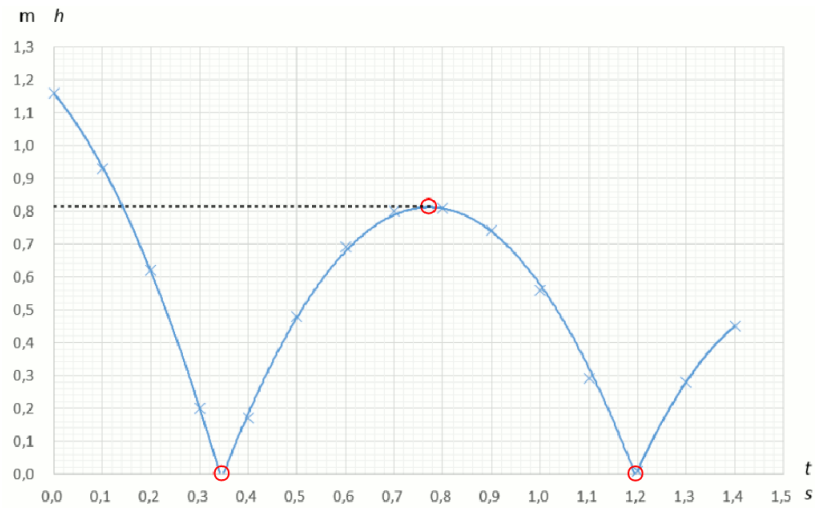
Uppgift 1

1-b, 2-g, 3-h, 4-f, 5-a, 6-c

1 p. / punkt

Uppgift 2

a)



graf 3 p.

b) Bollens hastighet är noll då den träffar golvet och i studsens högsta punkt. Punkterna är märkta med cirklar i grafen.

2/3 p. rät punkt
-2/3 p. fel punkt

c) Ur grafen: bollen stiger till höjden 0,82 m.

1 p.

Uppgift 3

a) Då värmen Q_{vatten} överförs till vattnet är vattnets temperaturförändring ΔT

$$Q_{vatten} = m_{vatten}c_{vatten}\Delta T.$$

1 p.

Eldstadens effekt är $P = 30 \text{ kW}$, d.v.s. från eldstadens frigörs värmen

$$Q_{trä} = Pt.$$

1 p.

Av värmen som eldstaden avger går 25 % till spillo, d.v.s. uppvärmningens verkningsgrad är $\eta = 0,75$.

$$Q_{vatten} = \eta Q_{trä}$$

1 p.

$$m_{vatten}c_{vatten}\Delta T = \eta Pt$$

Tiden som går åt till att värma vattnet är

$$t = \frac{m_{vatten}c_{vatten}\Delta T}{\eta P} = \frac{2000 \text{ l} \cdot 1,0 \text{ kg/l} \cdot 4190 \text{ J}/(\text{kg } ^\circ\text{C}) \cdot (38^\circ\text{C} - 6^\circ\text{C})}{0,75 \cdot 30000 \text{ W}}$$
$$= 11918,2222\dots \text{ s} = 3,310617 \text{ h} \approx 3 \text{ h}$$

1 p.

b) Densiteten för torrt trä $\rho_{trä} = 520 \text{ kg}/\text{m}^3$

Värmevärdet för torra vedklabbar är $H_{trä} = 18 \text{ MJ}/\text{kg}$

Vid förbränningen av träet frigörs värme $Q_{trä} = Pt$.

Vi beräknar mängden trä som förbränts:

$$H_{trä} = \frac{Q_{trä}}{m_{trä}} = \frac{Pt}{m_{trä}}$$
$$m_{trä} = \frac{Pt}{H_{trä}} = \frac{30000 \text{ J/s} \cdot 3600 \text{ s}}{18 \cdot 10^6 \text{ J/kg}} = 6,0 \text{ kg}$$

Volymen för det förbrända träet är

$$V_{trä} = \frac{m_{trä}}{\rho_{trä}}.$$

1 p.

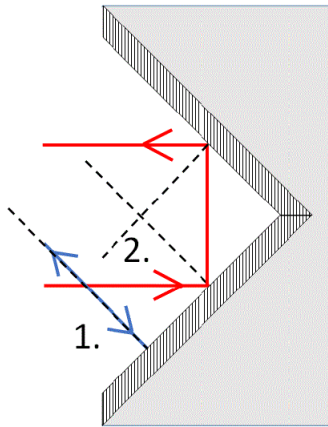
Massan för CO_2 :n som uppstår är

$$m_{\text{CO}_2} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot V_{trä} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{m_{trä}}{\rho_{trä}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{6,0 \text{ kg}}{520 \text{ kg}/\text{m}^3}$$
$$= 11,54 \text{ kg} \approx 12 \text{ kg}$$

1 p.

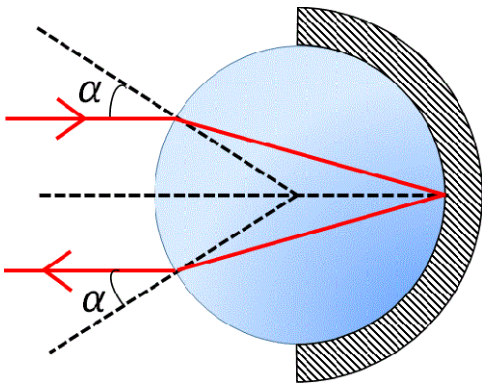
Uppgift 4

a)



1 p. / ljusstråle

b)



1 p.

Tejpen fungerar som en reflex, d.v.s. den utgående ljusstrålen från glaspärlan färdas i motsatt riktning mot den infallande strålen. Ljusstrålen färdas symmetriskt i förhållande till pärlans centralaxel som går genom pärlans mittpunkt.

Vid gränsskiktet mellan glaspärlan och luften bryts strålen mot ytnormalen.

2/3 p.

Strålen reflekteras vid den reflekterande ytan i pärlans bakre del. Reflexionsvinkeln är lika stor som infallsvinkeln.

2/3 p.

Ljusstrålen bryts på nytt vid gränsskiktet, den här gången bort från ytnormalen. Strålen färdas i motsatt riktning mot den inkommande strålen, d.v.s. α -vinklarna är lika stora.

2/3 p.

c) Endast de strålar som infaller vinkelrätt mot den plana spegeln reflekteras i infallsriktningen. En plan spegel fungerar således som reflex i endast en riktning. En reflex bör reflektera ljus från olika håll tillbaka i respektive ljusstråles infallsriktning.

(Enligt standard EN13356:2001 bör en reflex också kunna sprida ljuset kring infallsriktningen.)

Uppgift 5

a)

Newtons II lag: $F = ma$.

(a, F) -grafens som fått i mätningen är tämligen exakt en linje som går genom origo. Vagnens massa fås som linjens riktningskoefficient. Riktningskoefficienten fås genom att avläsa linjens ändpunkter i grafen.

$$m = \frac{\Delta F}{\Delta a} = \frac{(0,42 - (-0,41)) \text{ N}}{(1,25 - (-1,25)) \text{ m/s}^2} = 0,332 \text{ kg} \approx 0,33 \text{ kg}$$

1 p.

b)

Hookes lag: $F = -kx$.

Även (x, F) -grafens som fått genom mätning är tämligen exakt en linje som går genom origo. Således fås fjäderkonstanten som det motsatta talet till linjens riktningskoefficient.

²/₃p.

$$k = -\frac{\Delta F}{\Delta x} = -\frac{(0,42 - (-0,41)) \text{ N}}{(-0,070 - 0,071) \text{ m/s}^2} = 5,8865248 \frac{\text{N}}{\text{m}} \approx 5,9 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

1¹/₃ p.

c)

Oscillationens energi E_0 är summan av vagnens rörelseenergi och fjäderkraftens potentiella energi: $E_0 = E_k + E_p$.

¹/₃ p.

Dämpande växelverknningar finns inte, således bevaras oscillationens energi.

1 p.

Då $x = 0$, är också $F = 0$, således är $E_p = 0$. Varvid $E_0 = E_k$ och hastigheten har ett positivt eller negativt maximum, vilket framgår av (x, v) -grafens.

$$E_0 = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,332 \text{ kg} \cdot \left(0,30 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 0,01494 \text{ J} \approx 0,015 \text{ J}$$

1²/₃ p.

d)

Systemet utför en harmonisk oscillation, vars frekvens fås ur ekvationen

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{5,8865248 \frac{\text{N}}{\text{m}}}{0,332 \text{ kg}}} = 0,6701632 \frac{1}{\text{s}} \approx 0,67 \text{ Hz}$$

1 p.

Uppgift 6

a) Anta att den sista fulla rotationen sker med konstant hastighet. Då är utgångshastigheten

$$v_0 = \frac{2\pi \cdot r}{T} = \frac{2\pi \cdot 2,0 \text{ m}}{0,45 \text{ s}} = 27,925268 \text{ m/s} \approx 28 \text{ m/s}$$

1 p.

b) Eftersom luftmotståndet som verkar på släggan inte beaktas är rörelsen likformigt accelererad i den lodräta riktningen (y) och likformig i den vågräta riktningen (x).

Då släggan träffar marken är

$$y = y_0 + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 = 0,$$

1 p.

ur vilket man kan lösa flygtiden

$$\begin{aligned} t &= \frac{-v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 (\sin \alpha)^2 + 2y_0 g}}{-g} \\ &= \frac{-27,925268 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \sin 42^\circ \pm \sqrt{\left(27,925268 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 (\sin 42^\circ)^2 + 2 \cdot 1,8 \text{ m} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}{-9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \\ &= (-0,094011 \text{ s eller}) 3,903522 \text{ s} \end{aligned}$$

1 p.

Släggkastets längd är

$$\begin{aligned} x &= x_0 + v_0 \cos \alpha \cdot t = v_0 \cos \alpha \cdot t \\ &= 27,925268 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \cos 42^\circ \cdot 3,903522 \text{ s} = 81,007912 \text{ m} \approx 81 \text{ m} \end{aligned}$$

1 p.

c) Eftersom luftmotståndet som verkar på släggan inte beaktas, bevaras släggans totala mekaniska energi, d.v.s.

$$E_{kin}^{slut} + E_{pot}^{slut} = E_{kin}^{början} + E_{pot}^{början}$$

2/3 p.

Då jordytan väljs som den potentiella energins nollnivå fås

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgy_0$$

2/3 p.

Från detta kan man lösa ut hastigheten med vilken släggan träffar marken

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{v_0^2 + 2gy_0} = \sqrt{\left(27,925268 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + 2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1,8 \text{ m}} \\ &= 28,550597 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 29 \frac{\text{m}}{\text{s}}. \end{aligned}$$

2/3 p.

Uppgift 7

- a) Krafterna som verkar på de båda kulorna vid jämvikt är tyngdkraften, trådens spännkraft och coulombkraften. Eftersom de båda kulorna har samma laddning och massa är respektive krafter som verkar på kulorna lika stora. På grund av detta är situationen symmetrisk och det räcker med att betrakta endast den ena kulan.

1/3 p.

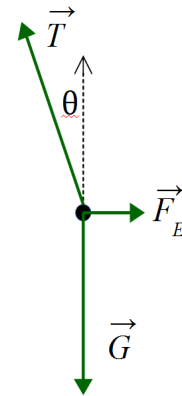
Newtons II lag vid jämvikt: $\sum \vec{F} = \vec{0}$

För komponenterna i krafterna som verkar på kulan fås ekvationerna:

$$\begin{cases} F_E - T \sin \theta = 0 \\ T \cos \theta - G = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} T \sin \theta = F_E \\ T \cos \theta = G = mg \end{cases}$$

1 p.



Kraftfiguren 2/3 p.

Spännkraften T elimineras:

$$\tan \theta = \frac{F_E}{mg}$$

Styrkan på coulombkraften beror av kulornas laddningar:

$$F_E = k \frac{Q^2}{x^2}$$

1/3 p.

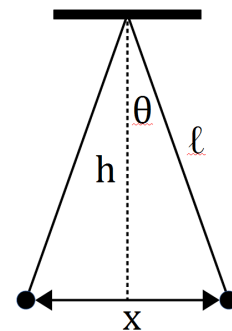
Ur vidstående figur fås

$$\sin \theta = \frac{0,5 \cdot x}{\ell},$$

varvid kulan är i vinkeln

$$\theta = \arcsin\left(\frac{0,5 \cdot 4,2 \text{ cm}}{20 \text{ cm}}\right) = 6,02716656^\circ$$

Laddningen för en kula kan lösas



$$\tan \theta = \frac{kQ^2}{x^2 mg}$$

$$Q = \pm \sqrt{\frac{x^2 mg \cdot \tan \theta}{k}}$$

$$= \pm \sqrt{\frac{(0,042 \text{ m})^2 \cdot (8,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}) \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot \tan 6,02716656^\circ}{(8,98755 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2)}}$$

$$= \pm 4,156924402 \cdot 10^{-8} \text{ C} \approx \pm 42 \text{ nC}$$

1 2/3 p.

b) Då den ena kulans laddning avlägsnas, upphör coulombkraften mellan kulorna.

2/3 p.

Kulorna träffar varandra, varvid den laddade kulans laddning fördelas jämnt mellan kulorna, d.v.s. en kulas laddning är hälften av den ursprungliga laddningen.

2/3 p.

Efter detta verkar coulombkraften på kulorna igen, och kulorna rör sig bort från varandra. Kulorna har ett nytt jämviktsläge, runt vilket kulorna utför svängningar. Eftersom kulornas laddning har halverats är jämviktsavståndet mellan kulorna mindre än i a-fallet.

2/3 p.

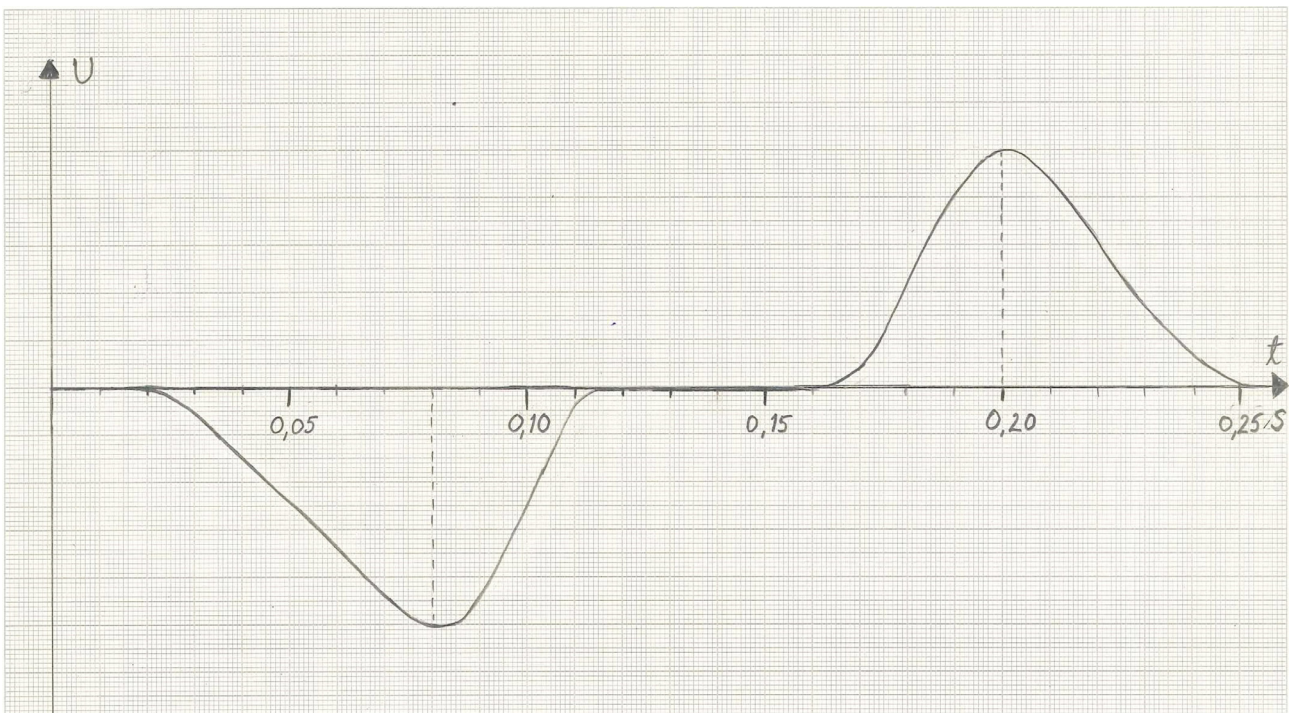
Uppgift 8

- a) Då magnetens nordpol kommer in i spolen, ökar först det magnetiska flödet genom spolen, varvid en spänning $e = -N \frac{d\Phi}{dt}$ induceras i spolen. Det magnetiska flödets förändringshastighet $\frac{d\Phi}{dt}$ är då positiv och spänningen är således negativ enligt induktionslagen. Det magnetiska flödets förändringshastighet ökar ända till tidpunkten 0,08 s och således ökar också spänningens absolutbelopp. Efter detta minskar det magnetiska flödets förändringshastighet och samtidigt minskar induktionsspänningens absolutbelopp.

Då spolen är belägen kring magnetens mitt, förändras inte det magnetiska flödet och induktionsspänningen är således noll.

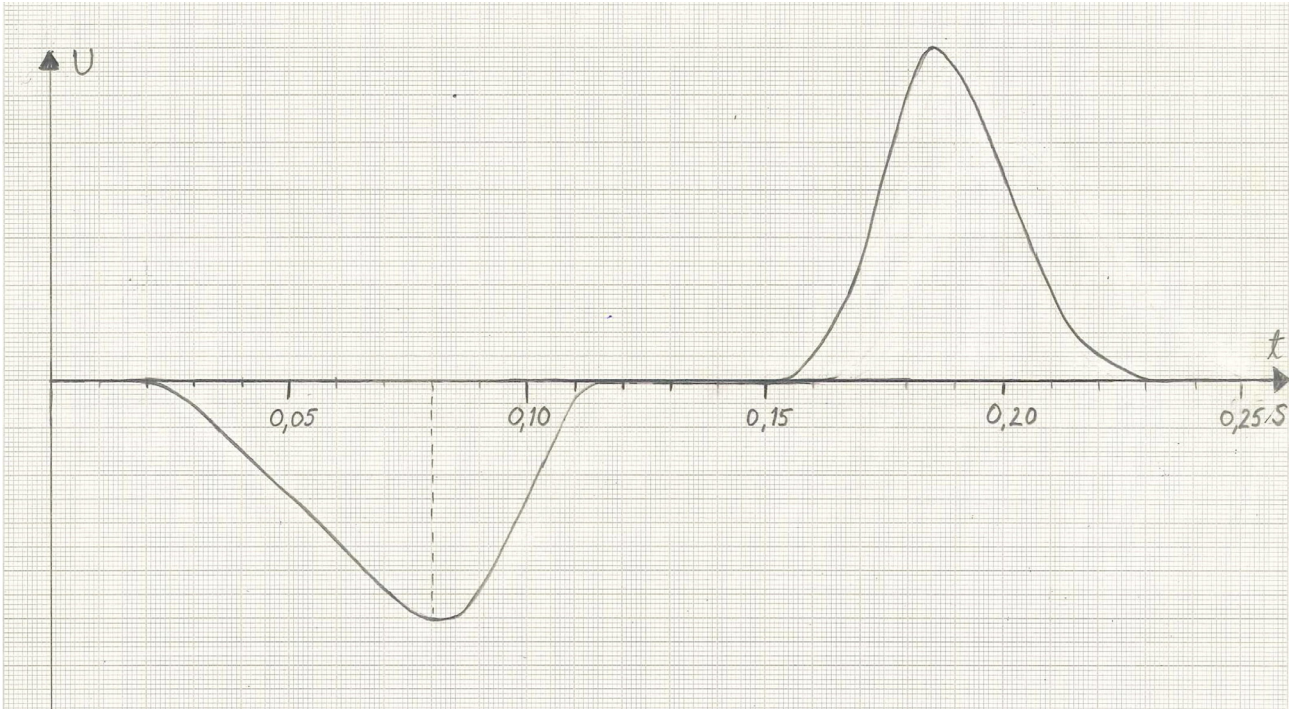
Då magneten rör sig ur spolen minskar det magnetiska flödet genom spolen. Det magnetiska flödets förändringshastighet $\frac{d\Phi}{dt}$ är då negativ, vilket förorsakar en positiv induktionsspänning. Induktionsspänningen ökar, då absolutbeloppet på det magnetiska flödets förändringshastighet ökar och på motsvarande sätt minskar induktionsspänningen då förändringshastighetens absolutbelopp minskar. Spänningens toppvärde uppnås ungefär vid tidpunkten 0,20 s.

Eftersom magneten rör sig med konstant hastighet förändras det magnetiska flödet genom spolen i början och i slutet på samma sätt. Spänningen induceras i begynnelse- och slutskedet på samma sätt och spänningstopparna är tidsmässigt lika långa.



Förklaring 2 p. + graf 2 p.

- b) Eftersom magnetens hastighet hela tiden ökar, rör sig magnetens bakre ända snabbare genom spolen än den främre ändan. Det magnetiska flödets förändringshastighet är större i slutet än i början. Därmed är induktionsspänningens toppvärde större då magneten kommer ut ur spolen än då den går in i spolen. Spänningstoppen är också tidsmässigt kortare i slutet än i början och den är till formen osymmetrisk.



Förklaring 1 p. + graf 1 p.

Uppgift 9

a)

i) Isotoper av samma grundämne har lika många protoner i kärnan, men olika många neutroner.

Syreisotoper är $^{16}_8\text{O}$ och $^{18}_8\text{O}$ och kväveisotoper är $^{14}_7\text{N}$ och $^{15}_7\text{N}$. 1 p.

ii) Inga av atomerna. Varje atoms proton- och neutrontalskombination är olika. 1 p.

iii) Emissionsspektret uppstår då excitationstillstånd i elektronmolnet återgår till grundtillståndet. Således är en atoms olika isotopers emissionsspektra likadana; $^{16}_8\text{O}$ och $^{18}_8\text{O}$ samt $^{14}_7\text{N}$ och $^{15}_7\text{N}$. 1 p.

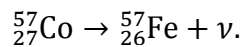
b)

i) Reaktionen $^{234}_{94}\text{Pu} \rightarrow ^{238}_{92}\text{U} + \alpha$ är inte möjlig, eftersom dotternuklidens masstal vid alfasönderfall $^A_Z\text{X} \rightarrow ^{A-4}_{Z-2}\text{Y} + ^4_2\text{He}$ måste vara fyra enheter mindre än modernuklidens masstal A . 1 p.

iii) Reaktionen $^{23}_{11}\text{Na} \rightarrow ^{19}_9\text{F} + \alpha$ är inte möjlig eftersom $^{23}_{11}\text{Na}$ är stabil. 1 p.

c)

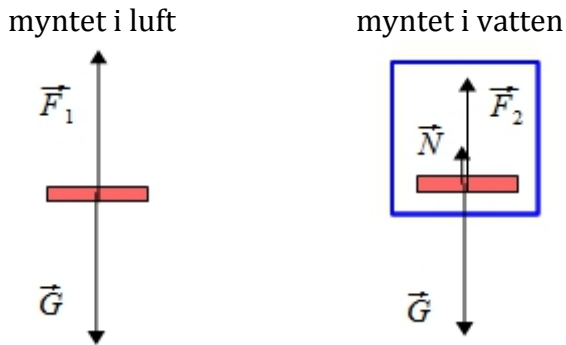
Elektroninfångning $^1_1\text{p} + ^0_{-1}\text{e} \rightarrow ^1_0\text{n} + \nu$, således är reaktionslikheten för atomen



1 p.

Uppgift 10

a)



1 p. / en bild

b) Newtons II lag, då krafterna är i jämvikt

$$\sum F_{yi} = 0 \quad \begin{cases} \text{i luft: } F_1 - G = 0 \\ \text{i vatten: } F_2 + N - G = 0 \end{cases}$$

1 p.

I vatten påverkas myntet av lyftkraften N_l , som är lika stor som massan för vattnet som trängs undan av myntet, gånger tyngdaccelerationen. För myntets volym fås:

$$N = \rho_v V g.$$

$$V = \frac{N}{\rho_v g} = \frac{F_1 - F_2}{\rho_v g} = \frac{F_1/g - F_2/g}{\rho_v} = \frac{11,90 \text{ g} - 11,11 \text{ g}}{1,00 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 0,790 \text{ cm}^3$$

1 p.

Å andra sidan är myntets volym lika med summan av guldets och koppars volym

$$V = V_{\text{Au}} + V_{\text{Cu}} = \frac{m_{\text{Au}}}{\rho_{\text{Au}}} + \frac{m_{\text{Cu}}}{\rho_{\text{Cu}}}.$$

Myntets massa i luft är summan av guldets och koppars massa: $m = m_{\text{Au}} + m_{\text{Cu}} = 11,90 \text{ g}$.

Genom att eliminera koppars massa ur de två ovanstående ekvationerna fås

$$V = \frac{m_{\text{Au}}}{\rho_{\text{Au}}} + \frac{m_l - m_{\text{Au}}}{\rho_{\text{Cu}}}.$$

1 p.

Ur detta kan guldets massa lösas:

$$\begin{aligned} m_{\text{Au}} &= \left(V - \frac{m_l}{\rho_{\text{Cu}}} \right) \cdot \frac{\rho_{\text{Cu}} \rho_{\text{Au}}}{\rho_{\text{Cu}} - \rho_{\text{Au}}} \\ &= \left(0,790 \text{ cm}^3 - \frac{11,90 \text{ g}}{8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} \right) \cdot \frac{8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 19,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{8,96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} - 19,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 8,999698 \text{ g} \end{aligned}$$

Viktprocenten guld i myntet är

$$\frac{m_{\text{Au}}}{m} = \frac{8,999698 \text{ g}}{11,90 \text{ g}} = 0,756277 \approx 76 \%$$

1 p.

Uppgift 11

- a) Det elektriska solvindsseglets framdrivande kraft uppstår då seglets elfält och protonerna i solvinden växelverkar. Då protonerna i seglets elfält vänds tillbaka mot deras inkommande riktning, förändras deras rörelsemängd.

1 p.

Protonernas växelverkan med elfältet kan jämföras med elastiska kollisioner. Eftersom sondens massa är mycket större än protonens och sonden rör sig långsamt i jämförelse med protonernas hastigheter, är protonens rörelseenergi näst intill lika stor då den kommer in i elfältet som då den åker ut ur elfältet. Således är förändringen i protonens hastighet $\Delta v \approx -2v$. Eftersom protonernas och sondens totala rörelsemängd bevaras är ökningen i sondens rörelsemängd ungefär dubbelt så stor som protonens ursprungliga rörelsemängd.

2 p.

Enligt impulsprincipen $I_{sond} = -I_{proton} = -\Delta p_{proton}$. En protonkollision accelererar då sonden med kraften $F_{sond} = \frac{m_{proton} \Delta v}{\Delta t}$.

1 p.

- b) Potentialen som seglets elfält ger upphov till är

$V = 0$, då $x > x_0$ och

$V(x) = V_0 \ln \frac{x_0}{x}$, då $x < x_0$.

Precis innan protonerna kommer in i elfältet är protonernas rörelseenergi

$$E_{k,a} = \frac{1}{2} m_p v^2 = \frac{1}{2} m_p c^2 \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{2} * 938,27 \text{ MeV} \left(\frac{400 \text{ km/s}}{299\,792 \text{ km/s}} \right)^2 = 835,1755 \text{ eV}$$

1 p.

Protonernas potentialenergi då de växelverkar med fältet är $E_p = e \cdot V(x)$ på avståndet x .

Låt x_c vara avståndet på vilket protonerna stannar upp och $E_{k,l} = 0$.

Eftersom den totala mekaniska energin bevaras måste

$$E_{k,a} + E_{p,a} = E_{k,l} + E_{p,l}$$

$$E_{k,a} + 0 = 0 + e \cdot V(x_c)$$

1 p.

$$E_{k,a} = e \cdot V_0 \ln \left(\frac{x_0}{x_c} \right)$$

$$\ln \left(\frac{x_0}{x_c} \right) = \frac{E_{k,a}}{e \cdot V_0}$$

$$x_c = x_0 \exp \left(-\frac{E_{k,a}}{e \cdot V_0} \right)$$

Genom insättning av värden $V_0 = 0,50 \text{ kV}$ och $x_0 = 100 \text{ m}$ fås

$$x_c = 100 \text{ m} * \exp \left(-\frac{835,1755 \text{ eV}}{500 \text{ eV}} \right) = 18,818100 \text{ m} \approx 20 \text{ m}.$$

1 p.

Uppgift +12

I svaret bör följande inslag förekomma. Varje nämnt inslag eller motsvarighet bedöms med 1/3 p. Svaret bör vara konsekvent och enhetligt.

a)

Rutherfords modell: (1 p.)

- Atomens massa och positiva laddning är koncentrerade i kärnan, som är liten i förhållande till atomens storlek.
- De partikelliknande elektronerna kretsar kring kärnan p.g.a. coulombväxelverkan.
- Planetmodellen (planetbanor)
- Modellen förklarar inte varför atomstrukturen är bestående.

Bohrs modell: (1 p.)

- Modellen gäller endast för väte och för väteliknande joner med en elektron. (Modellen kan delvis generaliseras för tyngre atomer.)
- Mellan kärnan och elektronen råder coulombväxelverkan.
- Elektronerna finns endast på vissa stationära banor, för vilka energin bevaras.
- Transitioner är möjliga endast mellan stationära banor.
- Atomens energitillstånd är kvantiserade. Energiförändringarna i transitionerna är kvantiserade.
- Atomens tillstånd beskrivs med skalmodellen.
- Energins kvantisering bestämmer den totala energin, som beskrivs av det s.k. huvudkvanttalet.
- Rörelsemängdsmomentets kvantisering bestäms av atomens magnetiska moment, som beskrivs av det s.k. bankvanttalet.

Schrödingers modell: (2 p.)

- Mellan kärnan och elektronen råder coulombväxelverkan.
- Atomens elektronmoln beskrivs med hjälp av en vågfunktion (eller med sannolikhetsdensiteten eller Schrödingers funktion). Atomens tillstånd bestäms av vågfunktionens tidsberoende tillstånd (stationära tillstånd). Modellen är s.k. vågmekanisk modell.
- Modellen gäller för atomer med flera elektroner.
- Atomens tillstånd beskrivs av orbitaler och kvanttal som hör till dessa orbitaler.

b)

Rutherfords modell: (1 p.)

Med hjälp av alfaprisdningsexperiment kunde man dra slutsatsen att massan var koncentrerad till kärnan.

Bohrs modell: (1 p.)

Mätning av väteatomens emissions- och absorptionspektra.

- Väteatomens spektrum, speciellt Balmerserien, visade att atomen kan emittera/absorbiera endast vissa av det elektromagnetiska spektrumets frekvenser. Man kom till slutsatsen att atomens energitillstånd var kvantiserade.
- Finstrukturen i väteatomens spektrum gav orsak till att anta att också rörelsemängdsmomentet var kvantiserat.

Schrödingers modell: (1 p.)

- Mätningen av emissions- och absorptionspektra för atomer tyngre än väte.
- Man observerade att atomspektrumet förändrades i ett yttre magnetfält (dubbling av spektrallinjerna).
- Elektrondiffraktion (Davissons och Gerners experiment) visade elektronens vågnatur.
- Sterns och Gerlachs experiment: elektronens rörelsemängdsmoment och dess kvantisering.

c)

Rutherfords modell (1/3 p.):

- Kärnans storlek är liten i förhållande till atomens storlek.
- I växelverknings betar sig elektronen som en partikel.

Bohrs modell (2/3 p.):

som tillägg till det tidigare

- Förutser energierna i väteatomens spektrum.
- Skalmodellen är användbar vid klassificering och vid tolkning av den periodiska tabellen.

Schrödingers modell: (1 p.)

- Förklarar atomers absorptions/emissionspektra.
- Bildande av orbitaler
- Bildande av kemiska bindningar
- Egenskaper hos fast materia (bl.a. halvledare, energiband)
- Kemiska reaktioner

Uppgift +13

I svaret kan t.ex. följande saker behandlas:

Mekaniska maskiner

Enkla maskiner: hävstång, block och talja, lutande plan

- Med t.ex. hävstången omvandlas musklernas energi till potentiell energi hos kroppen som lyfts.
- Maskinen minskar på den matande kraften
- Arbetet som den matande kraften gör W_s är större än det verksamma arbetet som görs mot den belastande kraften $W_h \Rightarrow$ i maskinen sker energiförluster, som förorsakas av friktionen, deformationer o.s.v.
- Maskinens verkningsgrad är $\eta = \frac{W_h}{W_s}$.

Vattenhjul, vindmölla, turbin

- En del av det strömmande ämnets rörelseenergi kan omvandlas till t.ex. rotationsenergi i en elgenerator.
- Energiförluster sker bl.a. p.g.a. friktionsförluster och då strömningen går förbi rotn.
- En vindmöllas verkningsgrad är mindre än 50 %, en vattenturbins uppemot 95 %.

Värmekraftmaskiner

- Periodiskt fungerande maskiner, som omvandlar värme till mekaniskt arbete.
- t.ex. ångmaskin, förbränningsmotor, ång- och gasturbiner.
- Verkningsgraden har enligt termodynamikens andra huvudsats en teoretisk övre gräns som beror av temperaturskillnaden, $\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ då maskinen verkar mellan två värmereservoarer med konstant temperatur. I verkligheten är verkningsgraden betydligt lägre.
- Bl.a. elproducerande kärn-, kol-, naturgas-, och oljekraftverk är värmekraftmaskiner.

Elmotorer

- En elmotor omvandlar elenergi till rörelseenergi.
- Kort om elmotorns funktionsprincip: I en elmotor finns spolar i vilka man får till stånd ett magnetfält med hjälp av en elström. Motorns roterande del kallas för rotn och delen som inte rör sig för statorn. Då riktningen på motorns magnetfält ändras med en lämplig frekvens får man rotn att rotera kring sin axel.
- Motorns verkningsgrad bestäms av hur stor eleffekt som motorn tar från elnätet för att producera lika mycket mekanisk effekt som motorns nominella effekt. På elmotorns verkningsgrad inverkar motorns effekt och kvalitet, typiskt är motorernas verkningsgrad 70–95 %.
- I en elmotor uppstår energiförluster bl.a. på följande sätt:
 - Spolarnas magnetfält förstärks med järnkärnor. En del av elenergin blir till värme i järnkärnan p.g.a. virvelströmmar. Motorn måste kylas med en blåsare eller fläkt så att inte motorn överhettas. Hettan skadar bl.a. den elektriska isoleringen på spolarnas ledningar. Detta sänker motorns verkningsgrad.
 - Energiförluster uppstår också då spolarnas kopparledningar har resistans och ledningarna därför hettas upp.
 - I de roterande delarna går rörelseenergi förlorad p.g.a. friktion. Friktionen minskas med hjälp av lager.