



PROVET I FYSIK 21.3.2018 BESKRIVNING AV GODA SVAR

Examensämnets censormöte 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 teorikonstruktioner 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 uppfinningsrikedom 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.

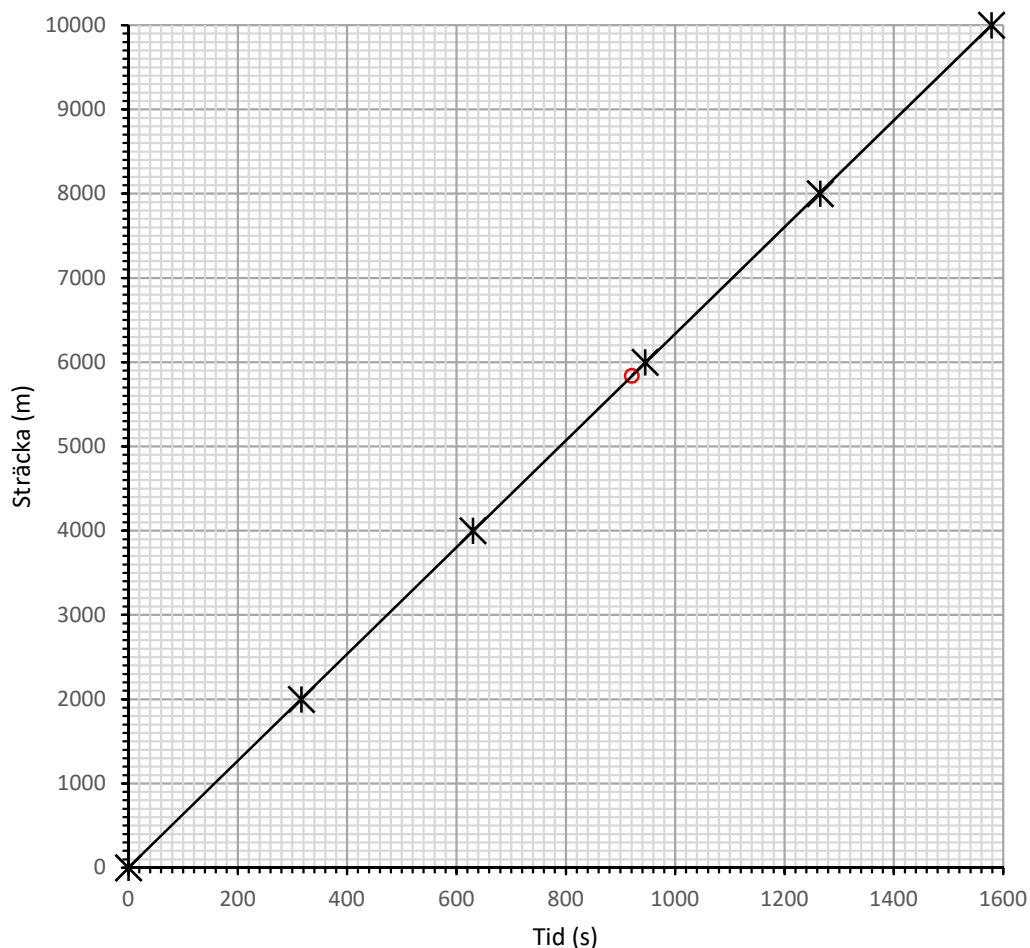
	tid	spänning	massa	sträcka	elektrisk ström	volym
a) hastighet	X			X		
b) rörelsemängd	X		X	X		
c) våglängd				X		
d) densitet			X			X
e) resistans		X			X	
f) växelspänningens frekvens	X	(X)				

1 p./korrekt rad

Uppgift 2.

a) Mellantiderna omvandlas till sekunder för inritningen.

Sträcka (m)	0	2 000	4 000	6 000	8 000	10 000
Bekeles tid (s)	0	316	630	945	1 265	1 578
Nurmis tid (s)	0	352	718	1 091	1 467	1 840



(3 p.)

b) Bekeles hastighet var konstant eftersom alla mellantider faller på samma linje. (1 p.)

c) Baserat på värdena i tabellen kan man anta att även Nurmi löpte med en konstant hastighet. Halva sträckan har avklarats efter 5000 meter.

Det här tog Nurmi $\frac{1840 \text{ s}}{2} = 920$ sekunder. (1 p.)

I grafen ser vi att Bekele sprang ungefär 5900 meter på den här tiden. (1 p.)

Uppgift 3.

- a) För soppan kan man använda värdena för vattnets specifika värmekapacitet

$$c = 4,2 \text{ kJ/kg K} \text{ och densitet } \rho = 1,0 \text{ kg/dm}^3.$$

Soppan överläter värme till isvattenblandningen under nedkylningen. Förändringen i soppanns temperatur under observationsintervallet är

$$\Delta T = 8,0 \text{ }^\circ\text{C} - 65,0 \text{ }^\circ\text{C} = -57 \text{ }^\circ\text{C} = -57 \text{ K}.$$

$$Q = cm\Delta T = 4,2 \text{ kJ/kg K} \cdot 1,0 \text{ kg/dm}^3 \cdot 1,2 \text{ dm}^3 \cdot (-57 \text{ K}) = -287,28 \text{ kJ}$$

(1 p.)

Den här mängden värme överförs från soppan på 25,0 minuter. Vi beräknar den genomsnittliga nedkylningseffekten.

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{287,28 \text{ kJ}}{25,0 \cdot 60 \text{ s}} = 0,19152 \text{ kW} \approx 0,19 \text{ kW}$$

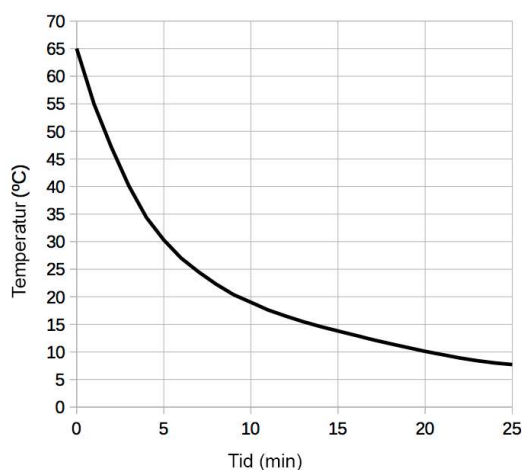
(2 p.)

- b) Soppanns begynnelse- och sluttemperatur är känd. Isvattenblandningens temperatur är $0 \text{ }^\circ\text{C}$ och den hålls konstant eftersom isen smälter i vattnet. Soppanns temperatur skulle närma sig isvattenblandningens temperatur om nedkylningen fortsatte.

Nedkylningen är snabbare i början för att temperaturskillnaden mellan soppan och isvattenblandningen då är som störst. Nedkylningen avtar dock när soppanns temperatur sjunker.

(1 p.)

Vi skissar en graf över nedkylningen.



(2 p.)

Uppgift 4.

- a) Ljud är en vågrörelse som utbreder sig i ett medium och som tar sig uttryck som en periodisk fluktuation i mediets täthet. (1 p.)

Ljud med en vibrationsfrekvens (alltså tonhöjd) som är högre än människan kan höra (frekvensen högre än ungefär 20 kHz) kallas ultraljud. (1 p.)

- b) Vågrörelsens våglängd är $\lambda = \frac{v}{f}$, där v är ljudets hastighet och f är vibrationsfrekvensen. I fettvävnad får vi våglängden

$$\lambda = \frac{1450 \text{ m/s}}{11 \cdot 10^6 \text{ Hz}} = 0,00013181818 \dots \text{ m} \approx 0,13 \text{ mm.}$$

(1 p.)

- c) En vågrörelses utbredningshastighet beror på mediets egenskaper, och därför framskri-der ljudet med olika hastigheter i olika vävnader. (1 p.)

Avbildningen av organ baserar sig på en reflektion av ljudvågorna vid deras gränsskikt. Då vågrörelsen möter gränsskiktet mellan två olika vävnader fortsätter en del av vågrörelsen vidare över gränsskiktet och en del reflekteras. Dessa reflektioner kan upptäckas som ekon. (1 p.)

Förhållandet mellan hastigheterna, $n_{12} = \frac{v_1}{v_2}$, är väsentligt för reflektionen. Reflektionen är i typiska fall starkare ju större skillnaden är mellan ljudets hastighet i de olika vävnaderna.

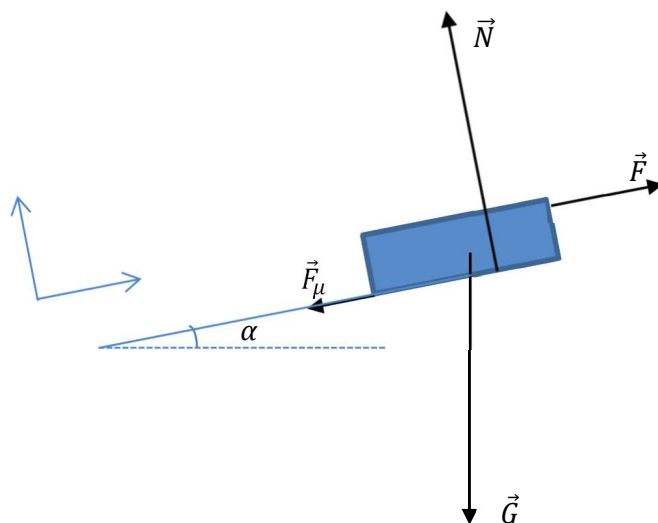
Ekonas reflektionspunkter, alltså organens gränsskikt, kan fastställas genom att mäta skillnaden i tid mellan att ultraljudet skickas iväg och ekot upptäcks. Då man känner till vågens (genomsnittliga) utbredningshastighet i vävnaden kan man med hjälp av tidsskillnaden beräkna hur långt från ultraljudskällan det gränsskikt som förorsakar ekot befinner sig. (1 p.)

För att skapa en två- eller rent av tredimensionell bild måste man även mäta riktningen från vilken ekot upptäcks. Genom att rita upp avstånden till ekonas källor från olika riktningar kan man skapa en bild av de inre organen.

Uppgift 5.

Vi antar att dragkraften är riktad i backen plan.

Kraftfigur (1 p.)



Rörelsen är likformig, alltså råder det enligt Newtons II lag en balans mellan krafter, $\sum \vec{F} = \vec{0}$, både i planets riktning och vinkelrätt mot det.

$$\begin{cases} F - F_{\mu} - G \sin \alpha = 0 \\ N - G \cos \alpha = 0 \end{cases}$$

Pulkans och lillasystems vikt $G = mg$ och rörelsefriktionskraften $F_{\mu} = \mu N = \mu G \cos \alpha$.

(2 p., N II och krafterna)

Därmed drar storasyster pulkan med kraften

$$F = F_{\mu} + G \sin \alpha = G (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = mg (\mu \cos \alpha + \sin \alpha). \quad (1 \text{ p.})$$

Vi betecknar backens höjd med h och vinkeln mot horisontalplanet med α .

Storasyster drar pulkan sträckan

$$s = \frac{h}{\sin \alpha}.$$

Kraften F som verkar på pulkan utför arbetet

$$W = Fs = mg (\mu \cos \alpha + \sin \alpha) \frac{h}{\sin \alpha} = mgh \left(\frac{\mu}{\tan \alpha} + 1 \right) \quad (1 \text{ p.})$$

$$W = 15 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 3,5 \text{ m} \cdot \left(\frac{0,056}{\tan 11^\circ} + 1 \right) = 663,4011402 \text{ J} \approx 660 \text{ J}. \quad (1 \text{ p.})$$

Uppgift 6.

Vi undersöker barnen och brädan som en enhetlig kropp.

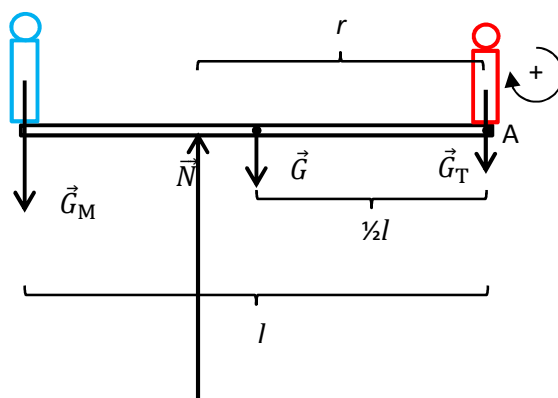
Utifrån krafternas jämviktsvillkor

$\sum \vec{F} = \vec{0}$ får vi enligt kraftfiguren

$$N - G_M - G - G_T = 0,$$

alltså är stödkraften

$$N = G_M + G + G_T. \quad (1/3 \text{ p.})$$



(kraftfigur 1 p.)

Vi väljer ändan av plankan där Tim sitter som momentpunkt A. (1 p.) Enligt kraftmomentens jämviktsvillkor $\sum M_A = 0$ (2/3 p.) kan vi skriva

$$Nr - G \cdot \frac{1}{2}l - G_M l = 0.$$

(2 p.)

Stödkraftens avstånd från momentpunkt A, alltså plankans ända

$$r = \frac{\frac{1}{2}Gl + G_M l}{N} = \frac{(\frac{1}{2}G + G_M)l}{G_M + G + G_T} = \frac{(\frac{1}{2}m + m_M)gl}{(m_M + m + m_T)g} = \frac{(\frac{1}{2}m + m_M)l}{m_M + m + m_T}$$

$$r = \frac{(\frac{1}{2} \cdot 11 \text{ kg} + 28 \text{ kg}) \cdot 3,2 \text{ m}}{28 \text{ kg} + 11 \text{ kg} + 17 \text{ kg}} = 1,9142857 \text{ m} = 1,9 \text{ m}$$

Stocken bör placeras på ett avstånd av 1,9 meter från den ända där Tim sitter (eller 1,3 meter från ändan där Maja sitter).

(1 p.)

Uppgift 7.

- a) Vi använder oss av Kirchhoffs lag om spänningar. Vi går medsols runt kretsen med början från den jordade punkten och löser ut elströmmen.

$$U_A - R_A I - U_B - R_B I = 0 \Rightarrow I = \frac{U_A - U_B}{R_A + R_B}$$

(2/3 p.)

$$I = \frac{6,0 \text{ V} - 3,0 \text{ V}}{220 \Omega + 330 \Omega} = 5,4545455 \text{ mA}$$

$V_1 = 0 \text{ V}$, för att punkten är jordad.

(1/3 p.)

$V_2 = V_1 + U_A = U_A = 6,0 \text{ V}$

(1/3 p.)

$V_3 = V_2 - R_A I = 6,0 \text{ V} - 220 \Omega \cdot 5,4545455 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 4,8 \text{ V}$

(2/3 p.)

$V_4 = V_3 - U_B = 4,8 \text{ V} - 3,0 \text{ V} = 1,8 \text{ V}$

(2/3 p.)

$V_5 = 0 \text{ V}$, för att punkten är jordad.

(1/3 p.)



(bild 1 p.)

- b)

$$I = \frac{1,5 \text{ V} - 3,0 \text{ V}}{220 \Omega + 330 \Omega} = -2,7272727 \text{ mA}$$

$V_2 = 1,5 \text{ V}$

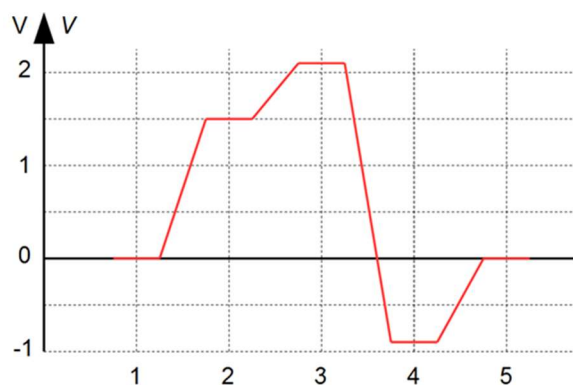
(1/3 p.)

$V_3 = 1,5 \text{ V} - 220 \Omega \cdot (-2,7272727 \text{ mA}) = 2,1 \text{ V}$

(1/3 p.)

$V_4 = 2,1 \text{ V} - 3,0 \text{ V} = -0,9 \text{ V}$

(1/3 p.)



(bild 1 p.)

Uppgift 8.

- a) Vi beaktar strömslingan uppifrån. Slingans lodräta ledningar är vinkelräta mot magnetfältet. I enlighet med bilden kommer då båda ledningarna att påverkas av en kraft vars storlek är $F = IhB$. (1 p.)

Slingans vågräta ledningar påverkas inte av krafter.

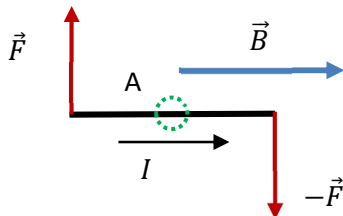
Eftersom strömmen färdas i motsatta riktningar i slingans lodräta ledningar kommer även krafterna att påverka ledningarna i motsatta riktningar. Krafterna kommer även att verka vinkelrätt mot både ledningarna och magnetfältet. Krafterna bildar ett kraftpar där båda krafternas momentarm är $d/2$.

(förklaring eller bild 1 p.)

Krafternas kraftmoment med avseende på vridningsaxeln är

$$M_A = F \frac{d}{2} + F \frac{d}{2} = IhBd = 1,3 \text{ A} \cdot 15 \text{ cm} \cdot 0,22 \text{ T} \cdot 7,3 \text{ cm} = 3,1317 \cdot 10^{-3} \text{ Nm} \approx 3,1 \text{ mNm}.$$

(1 p.)



- b) Krafterna förändras inte då slingan vrider sig under inflytande av kraftmomentet, men deras momentarmar blir kortare. Då vinkeln mellan slingans normal och magnetfältet är β , i enlighet med bilden, kommer kraftmomentet med avseende på axel A att vara

$$M_A = IhBd \sin \beta. \quad (1 \text{ p.})$$

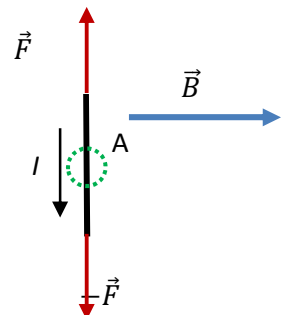
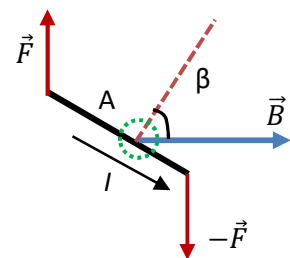
När slingan vridit sig så att magnetfältet genomtränger den vinkelrätt

har kraftparet inte längre momentarmar. Se bilden.

Därmed påverkas slingan inte längre av ett kraftmoment. (1 p.)

Kraftmomentets största värde är alltså de 3,1 mNm som bestämdes i deluppgift a, och dess minsta värde är 0 mNm då krafterna inte längre har momentarmar. (1 p.)

Då slingan inte är vinklad i fältets riktning påverkas de vågräta ledningarna av krafter. Dessa krafter har dock inget kraftmoment med avseende på axeln A.



Uppgift 9.

- a) *Av de olika typerna av elektromagnetisk strålning kan man i svaret behandla gamma- och röntgenstrålning samt ultraviolett strålning. Svaret kan dessutom ta upp olika typer av joniserande partikelstrålning. Poängsättning: omnämmande av typen 1/3 p., uppkomstmekanismen 1/3 p. och en bestämning av den typiska energin för strålningstypen 1/3. Ett urval av exempelsvar finns här nedanför.*

Gammastrålning är joniserande elektromagnetisk strålning. Gammastrålning uppstår då atomkärnors exciterade tillstånd övergår till lägre energitillstånd, till exempel vid radioaktivt sönderfall. Energin kommer från frigörandet av kärnans bindningsenergi.

Gammastrålning uppstår även vid annihilation av elektron-positronpar, och storleken på gammafotonens energi motsvarar då energin hos elektronens vilomassa.

Röntgenstrålning uppstår vid förändringar i atomens energitillstånd där energiförändringen är stor (karakteristisk strålning). Energin kommer från frigörandet av bindningsenergi i atomen.

Röntgenstrålning uppstår även som resultat av en kraftig acceleration (bromsstrålning) av laddade partiklar (ofta elektroner), där energin kommer från en förminskning av elektronens rörelseenergi.

Vid alfasönderfall frigörs en α -partikel (${}^4\text{He}$ -kärna), bestående av två protoner och två neutroner, genom tunnling från kärnan. Alfasönderfall är vanlig bland tunga atomkärnor. Alfastrålningens energi är detsamma som alfapartikelns rörelseenergi, och den kommer från ett frigörande av kärnans bindningsenergi.

Betastrålning uppstår då en neutron i kärnan omvandlas till en proton, en elektron (β^- -partikel) och en antineutrino, eller alternativt då en proton i kärnan omvandlas till en neutron, en positron (β^+ -partikel) och en neutrino. Betastrålningens energi är detsamma som elektronens eller positronens rörelseenergi, och den kommer från ett frigörande av kärnans bindningsenergi.

Neutronstrålning uppstår vid kärnreaktioner. Neutroner är oladdade partiklar. Neutronstrålning är inte joniserande, men neutronen kan till exempel växelverka med en kärna. Som en följd av detta blir kärnan radioaktiv och emitterar i sin tur joniserande strålning. Neutronstrålning är alltså indirekt joniserande.

- b) *Varje användbar metod ger ett poäng (max. 2 p.). Metoderna bör vara olika varandra. Ett urval av exempelsvar finns nedanför.*
- Exponeringstiden begränsas till den kortaste möjliga. Ju längre man utsätts för strålning, desto mer energi överförs till vävnaden från strålningen.
 - Strålningens intensitet minskar då strålningen sprids över en större yta. En ökning av avståndet från strålningskällan minskar strålningens intensitet.
 - Absorption av strålning i ett skyddsmaterial utnyttjas vid strålskydd. Mera skyddsmaterial (till exempel betong eller bly) framför strålningskällan minskar strålningens intensitet.

c) *En användbar tillämpning ger ett poäng. En noggrannare presentation ger en poäng till. Möjliga tillämpningar är till exempel:*

Gamma- och röntgenstrålning används i

- hälsovården vid röntgenundersökningar och strålbehandling
- industrin vid kvalitetskontroll av material, till exempel gjutprodukter och svetsfogar.

Strålning som uppstår vid sönderfall av radioaktiva material används i

- hälsovården vid isotopundersökningar och undersökningar som kräver radioaktiva markörer
- biokemiska och fysiologiska undersökningar, till exempel för att följa med transporten av näringsämnen i växter.

I anordningar som används för att upptäcka förändring i tjocklek, densitet eller fuktighet i material som rör sig eller befinner sig mellan en strålningskälla och en detektor (till exempel ett ämne som flödar i ett rör, nivån för en yta i en behållare, brandvarnare).

Strålning kan användas vid konservering av mat, genom att bestråla levande mikrober till döds.

Uppgift 10.

a)

\vec{G} är quadcopterns tyngd.

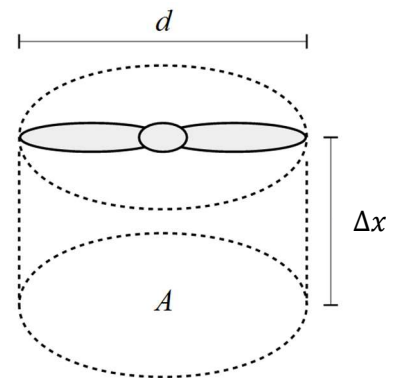
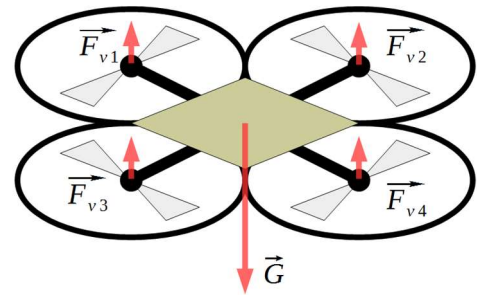
$\vec{F}_{v1}, \vec{F}_{v2}, \vec{F}_{v3}, \vec{F}_{v4}$ är krafterna från luftmotståndet som påverkar rotorerna.

Summan av krafterna som påverkar quadcoptern är noll då den svävar på plats. (1 p.)

Av detta följer att impulsen från quadcopterns tyngd är lika stor som den totala impulsen från luftmotståndets krafter under tidsintervallen Δt .

Vi betraktar en rotor. Den påverkar luften med en lika stor impuls som luften påverkar rotorn. (1 p.)

Impulsprincipen: $I = \Delta p \Rightarrow F_v \Delta t = \Delta m v$, där Δm är massan av luftpelaren som flödar via rotorn under tiden Δt och v är luftens hastighet. På basis av antagandena bildar luftpelaren en cylinder likt den i bilden. (idén om luftpelaren 1 p.)



$$\Delta x = v \Delta t \quad \Delta m = \rho \Delta V = \rho A \Delta x$$

$$F_v \Delta t = \rho A \Delta x v = \rho A \Delta t v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{F_v}{\rho A}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{4} \cdot G}{\rho \cdot \pi \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot d\right)^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{\frac{1}{4} \cdot 0,420 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{1,293 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 0,21 \text{ m}\right)^2}} = 4,79585071 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 4,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

(2 p.)

b)

Effekten som krävs för att skapa luftflödet bör vara minst lika stor som effekten av det arbete som luftmotståndets krafter utför.

$$P = Gv = 0,420 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4,79585071 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 19,7598641 \text{ W} \approx 20 \text{ W} \quad (1 \text{ p.})$$

Den effekt som tillverkaren meddelat räcker alltså mycket väl.

(Den meddelade effekten är antagligen den elektriska effekt som motorn använder, av vilken en del omvandlas till värme i motorn. I själva verket är luftmotståndets krafter inte lodräta, utan rotorerna försätter även luften i vågrät rörelse, vilket kräver energi. Dessutom behövs det en effektreserv för att quadcoptern ska kunna lyfta och för att övervinna det luftmotstånd som förorsakas av att den rör sig.)

Uppgift 11.

I elfältet utförs det ett arbete på jonerna $W = qU$.

Det utförda arbetet ökar jonernas rörelseenergi $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = qU$,

där v är hastigheten med vilken jonerna kommer in i magnetfältet i spektrometers kammare.

Ur detta kan vi lösa ut potentialskillnaden

$$U = \frac{mv^2}{2q}.$$

(2 p.)

Jonerna påverkas av en magnetisk kraft i magnetfältet. Jonen kommer vinkelrätt in i magnetfältet ($\vec{v} \perp \vec{B}$) och kraftens storlek är då $F = qvB$.

Då kraften är riktad vinkelrätt mot hastigheten och den magnetiska flödestätheten är jonernas flygbana en cirkelbana med radien r . Jonernas acceleration i cirkelbanan är en centripetalacceleration.

Enligt Newtons II lag är

$$qvB = m \frac{v^2}{r}.$$

Ur det kan hastigheten lösas

$$v = \frac{qBr}{m}.$$

(2 p.)

Det sätts in i uttrycket för accelerationsspänningen

$$U = \frac{qB^2r^2}{2m}.$$

Den vanligaste isotopen av magnesium är Mg-24 (80 %) vars atommassa är $M = 23,9850423$ u. Jonens laddning är $q = 1,602176 \cdot 10^{-19}$ C. Den magnetiska flödestätheten är $B = 0,520$ T. Vi antar att jonerna flyger i en halvcirkelformad bana från spektrometers ingångsöppning till utgångsöppningen. Banans radie är då $r = 5,00$ cm.

Då krävs en accelerationsspänning på

$$U = \frac{1,602176 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot (0,520 \text{ T} \cdot 0,0500 \text{ m})^2}{2 \cdot 23,9850423 \cdot 1,660540 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 1359,681197 \text{ V} \approx 1360 \text{ V}.$$

(2 p.)

Uppgift 12.

- a) I fråga om energins bevarande och omvandlande så förändrar både det mottagna och avgivna värmets och arbetets utförande på eller av systemet till lika stor grad systemets inre energi. Den inre energin hos ett system kan bestå av potentialenergi för växelverkan mellan systemets beståndsdelar, beståndsdelarnas rörelseenergi eller en kombination av båda. (1 p.)

Förändringen i den inre energin ΔU är lika med summan av den energi som utbyts mellan systemet och omgivningen i form av värme och det utförda arbetet: $\Delta U = Q + W$. (1 p.)

- b) Maskinens termiska verkningsgrad är $\eta = \frac{W}{Q}$, där W är arbetet som maskinen utför då värmeenergin Q matas in. (1 p.)

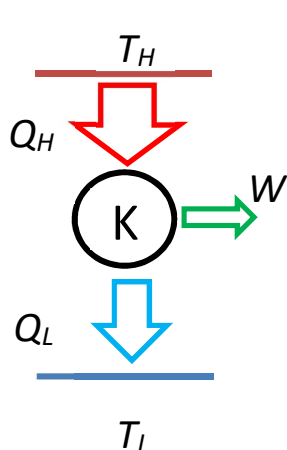
En värmekraftmaskin avger alltid värme. (1 p.)

ELLER

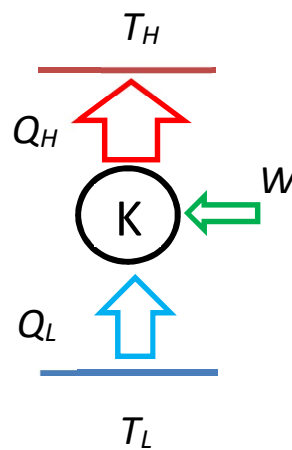
Ingen maskin kan omvandla all mottagen värme till arbete. (1 p.)

- c) Vi antar att alla anordningar verkar mellan två värmebehållare vid olika temperaturer och att behållarnas temperatur inte förändras medan anordningarna är i bruk.

- Värmekraftsmaskinen tar värme från den högre temperaturen, omvandlar en del av det värmets till arbete och avger resten av värmets till den lägre temperaturen. (1 p.)
- Kylmaskinen tar värme från den lägre temperaturen och avger det till den högre temperaturen. För det här krävs det ett yttre arbete. Nyttan med maskinen är att den för värme bort från den lägre temperaturen. (1 p.)
- Värmepumpen fungerar på samma sätt som kylmaskinen. Den tar värme från den lägre temperaturen och avger det till den högre. Även den här maskinen kräver ett yttre arbete. Nyttan med maskinen är att den överför värme till den högre temperaturen. (1 p.)



Värmekraftmaskin (1 p.)



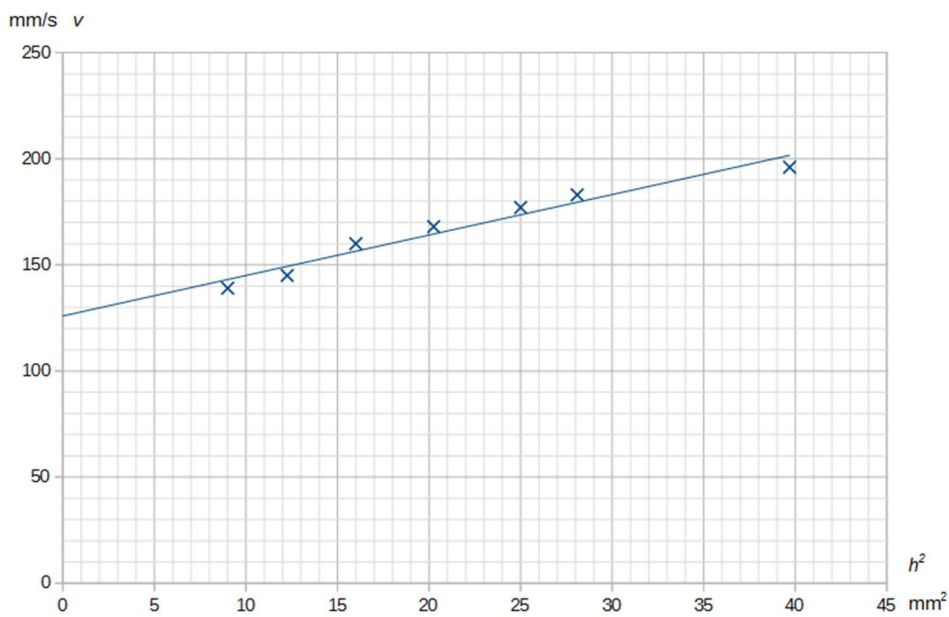
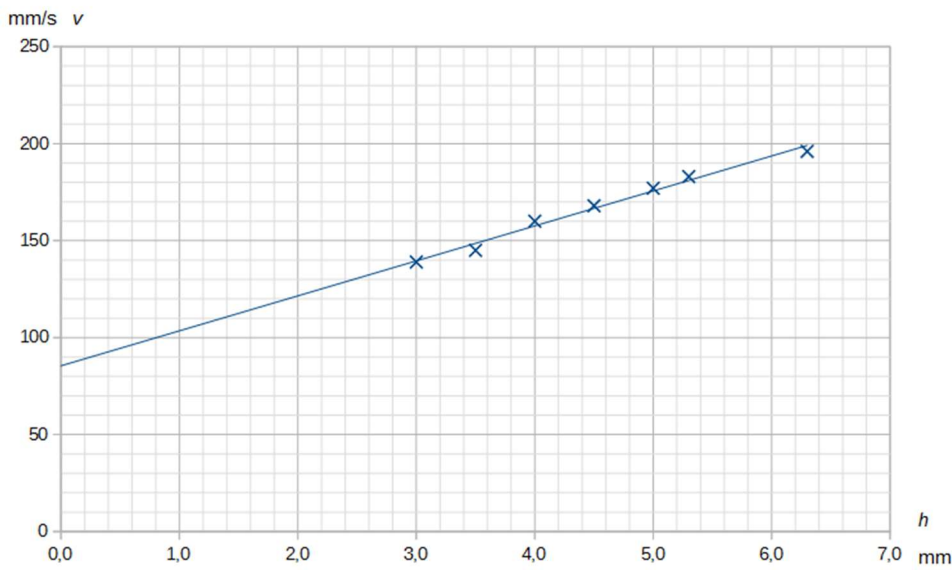
Kylmaskin och värmepump (1 p.)

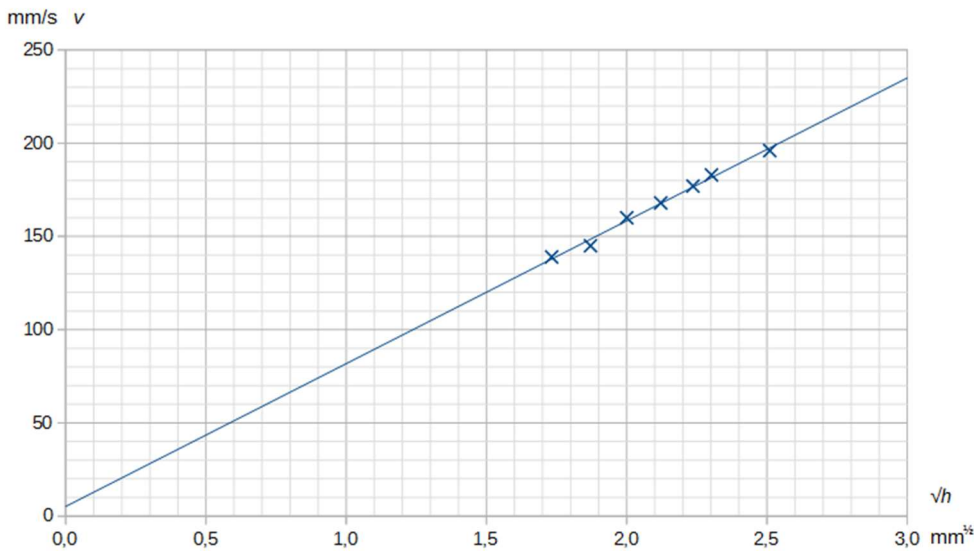
Uppgift 13.

a)

h (mm)	h^2 (mm ²)	\sqrt{h} (mm ^{1/2})	$v = \lambda f$ (mm/s)
3,0	9,00	1,73	139
3,5	12,25	1,87	145
4,0	16,00	2,00	160
4,5	20,25	2,12	168
5,0	25,00	2,24	177
5,3	28,09	2,30	183
6,3	39,69	2,51	196

(1 p.)





(1 p.)

Vi observerar att punkterna faller någorlunda bra på en linje i alla situationer men att linjen som anpassas till (\sqrt{h}, v) punkterna går mycket närmare origo än de andra. Därmed beskriver modellen $v = k\sqrt{h}$ bäst förhållandet mellan vågornas hastigheter och vattnets djup. (2 p.)

b) Med räknare eller grafiskt: riktningskoefficienten för en linje anpassad till punkterna (\sqrt{h}, v) är

$$k = 76,598799 \frac{\text{mm/s}}{\sqrt{\text{mm}}} \approx 77 \frac{\text{mm}^{1/2}}{\text{s}}. \quad (2 \text{ p.})$$

c) Med räknare eller ur grafen får man med hjälp av ekvationen för linjen anpassad till punkterna (\sqrt{h}, v) :

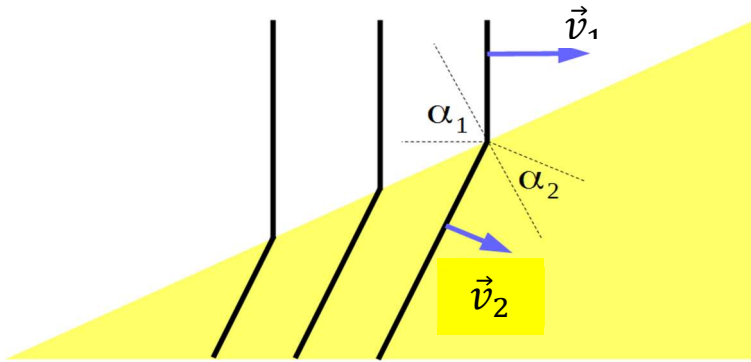
h (mm)	\sqrt{h} (mm ^{1/2})	v (mm/s)
6,0	2,45	193
3,2	1,79	142

(1 p.)

Vågorna bryts vid gränsskiktet. Med hjälp av Snells lag beräknar vi brytningsvinkeln

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{v_1}{v_2}.$$

$$\alpha_2 = \arcsin\left(\frac{v_2}{v_1} \cdot \sin \alpha_1\right) = \arcsin\left(\frac{142 \frac{\text{mm}}{\text{s}}}{193 \frac{\text{mm}}{\text{s}}} \cdot \sin 63^\circ\right) = 41,0857841^\circ \approx 41^\circ$$



(1 p.)

(1 p.)