



## PROVET I FYSIK 30.3.2016 BESKRIVNING AV GODA SVAR

De beskrivningar av svarens innehåll och poängsättningar som ges här är inte bindande för studentexamensnämndens bedömning. Censorerna beslutar om de kriterier som används i den slutgiltiga bedömningen.

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 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

	Partikelstrålning	Joniserande strålning	En stockvägg stoppar strålningen	En betydande källa till strålningen som observeras vid jordytan är solen
Alfastrålning	x	x	x	
Gammastrålning		x		
Synligt ljus			x	x

Poängsättning: ett rätt kryss 1 p.

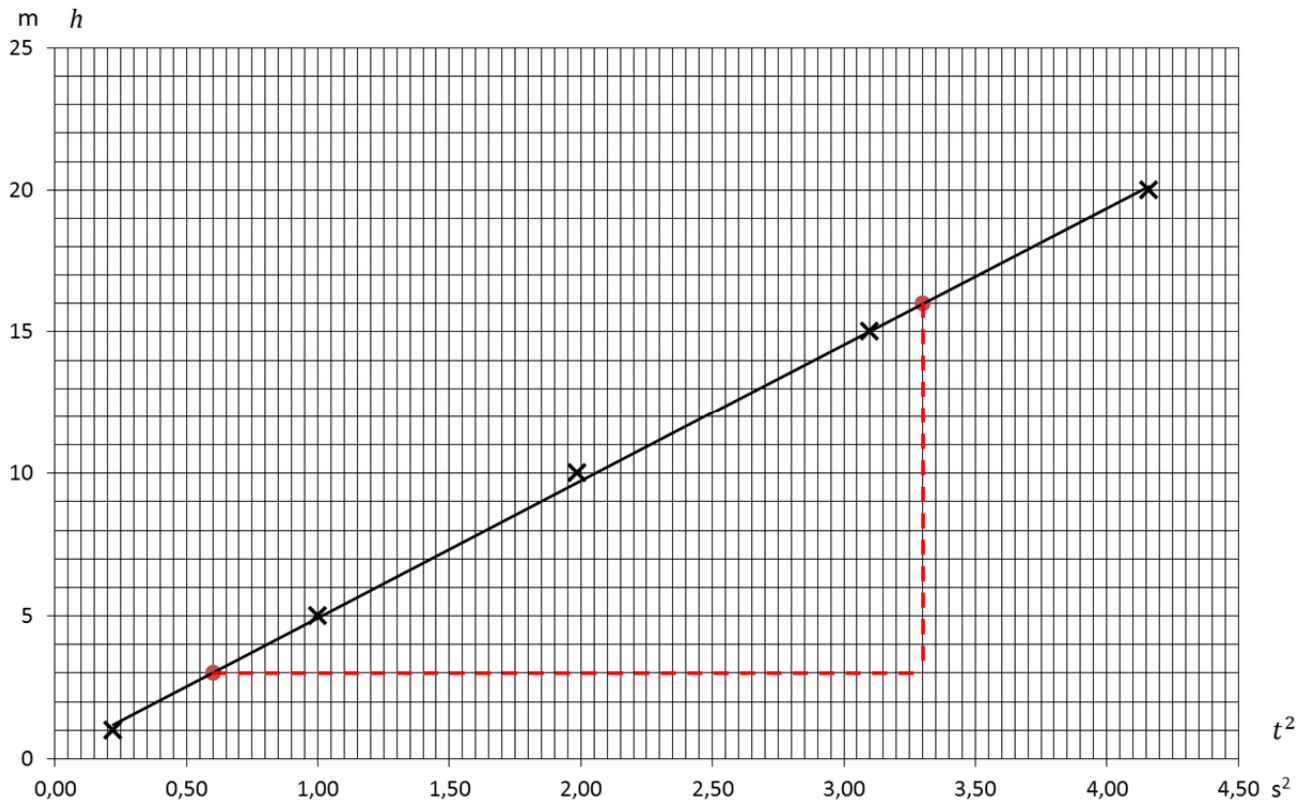
## Uppgift 2

a)

Man beräknar  $t^2$ -värdena i tabellen.

$t^2$ (s <sup>2</sup> )	0,2209	1,0000	1,9881	3,0976	4,1616
$h$ (m)	1,00	5,00	10,0	15,0	20,0

tabellen 1 p.



graf 3 p.

b) Kulans rörelse är likformigt accelererad, varvid fallhöjden är  $h = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ . Eftersom kulan startar från vila, är kulans acceleration

$$a = \frac{2h}{t^2}. \quad 1 \text{ p.}$$

Accelerationen för kulans fallrörelse fås med hjälp av riktningskoefficienten för linjen som anpassas till punkterna:

$$a = 2 \cdot \frac{\Delta h}{\Delta(t^2)}$$
$$a = 2 \cdot \frac{16,0 \text{ m} - 3,0 \text{ m}}{3,30 \text{ s}^2 - 0,60 \text{ s}^2} = 2 \cdot 4,8148148 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 9,6296296 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 9,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

1 p.

### Uppgift 3

a) I experimentet kan man bestämma densiteten för materialet i kedjan. 1 p.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,522 \text{ kg}}{0,000073 \text{ m}^3} = 7150,6849 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \approx 7200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad 1 \text{ p.}$$

b) I experimentet kan man bestämma materialets specifika värmekapacitet. 1 p.

Värmemängden som kedjan avger är lika stor som värmemängden som vattnet tar emot.

1 p.

$$Q = cm\Delta t \qquad -Q_{\text{kedja}} = Q_{\text{vatten}} \qquad -c_k m_k \Delta t_k = c_v m_v \Delta t_v$$

Att vattnets densitet och värmekapacitet förändras då temperaturen ökar beaktas inte. Värdena vid temperaturen 22,0 °C används. Vattnets densitet  $\rho_v = 997,78 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  och specifika värmekapacitet  $c_v$

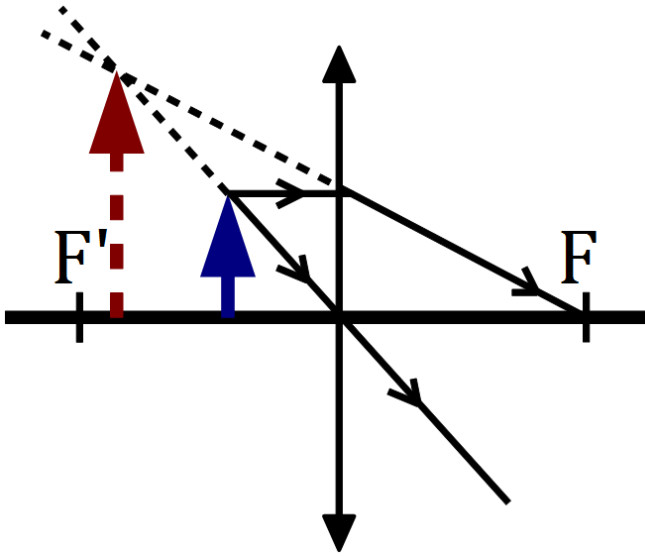
$$c_k = \frac{c_v m_v \Delta t_v}{-m_k \Delta t_k} = \frac{4181,9 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,400 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (30,4 - 22,0)^\circ\text{C}}{-0,522 \text{ kg} \cdot (30,4 - 100)^\circ\text{C}}$$
$$= 386,7525 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 390 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \quad 1 \text{ p.}$$

c) Kedjan kunde vara gjord av zink. 1 p.

Densiteten för zink är 7130 kg/m<sup>3</sup> och specifika värmekapaciteten är 386 J/(kg·°C).

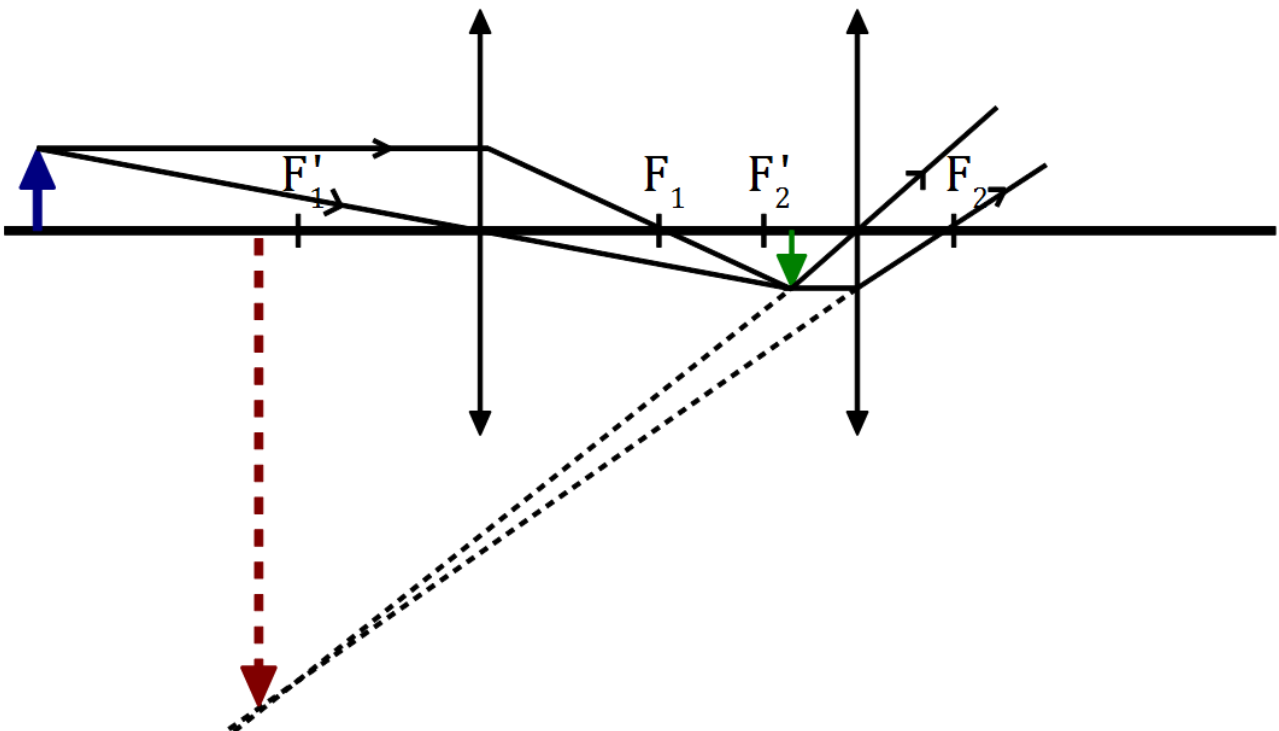
### Uppgift 4

a)



(3 p.)

b)



(3 p.)

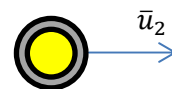
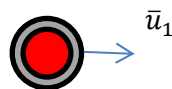
## Uppgift 5

a) I början är den gula stenen i vila, dvs.  $v_2 = 0$ . Beteckna stenarnas massa med  $m$ .

Före kollisionen:



Efter kollisionen:



Eftersom inga andra relevanta krafter än kontaktkraften mellan stenarna verkar på stenarna i rörelseriktningen under ögonblicket då stenarna träffar i varandra, kan systemet som de två stenarna bildar betraktas som ett isolerat system. I kollisionen bevaras rörelsemängden.

$$m\bar{v}_1 + m\bar{v}_2 = m\bar{u}_1 + m\bar{u}_2 \quad 1 \text{ p.}$$

$$v_1 = u_1 + u_2$$

$$v_1^2 = u_1^2 + u_2^2 + 2u_1u_2$$

I en elastisk kollision bevaras också stenarnas rörelseenergi.

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}mu_1^2 + \frac{1}{2}mu_2^2 \quad 1 \text{ p.}$$

$$v_1^2 = u_1^2 + u_2^2$$

Ekvationerna är sanna endast om  $u_1 = 0$  eller  $u_2 = 0$ . Den gula stenen börjar röra sig i kollisionen, således måste den röda stenen stanna upp för att både rörelsemängden och rörelseenergin bevaras i kollisionen.

$\frac{2}{3}$ p.

Den röda stenen stannar upp efter kollisionen.

Den gula stenen börjar röra sig med hastigheten 2,1 m/s i samma riktning som den röda stenen rörde sig före kollisionen.

$\frac{2}{3}$  p.

b) I en elastisk kollision bevaras rörelseenergin:

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}mu_1^2 + \frac{1}{2}mu_2^2$$

1 p.

I början är den gula stenen i vila, dvs.  $v_2 = 0$ . Man löser ut  $u_1$ :

$$u_1 = \sqrt{v_1^2 - u_2^2}$$

$$u_1 = \sqrt{(1,5 \text{ m/s})^2 - (1,4 \text{ m/s})^2} = 0,53851648 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 0,54 \text{ m/s} \quad 1 \text{ p.}$$

## Uppgift 6

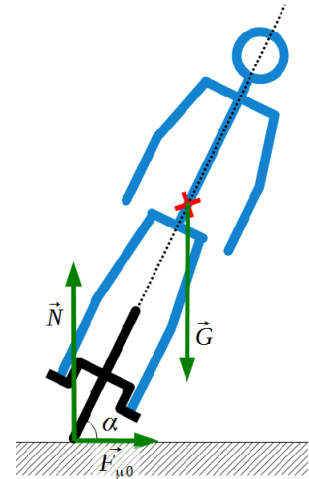
a)

$\vec{G}$ : gravitationskraften eller tyngden

$\vec{N}$ : stödkraften

$\vec{F}_{\mu 0}$ : vilofriktionskraften

1/3 p./kraft, max. 1 p.  
krafter rätt i figuren 1/3 p./kraft



b) Helheten är i vågrät likformig cirkelrörelse och den har således en normalacceleration riktad mot banans mittpunkt

$$a_n = \frac{v^2}{r}.$$

Dynamikens grundlag:  $\sum \vec{F} = m\vec{a}_n$

Helheten har ingen lodrätt riktad acceleration, dvs.  $\vec{N} + \vec{G} = 0$ .

$$N = G$$

Normalaccelerationen orsakas av vilofriktionskraften:  $F_{\mu 0} = ma_n = m \frac{v^2}{r}$

1 p.

Då man kör i cirkeln med den minsta banradien är vilofriktionen fullt utvecklad.

$$\mu_0 N = \mu_0 mg = m \frac{v^2}{r}$$

Man löser ut  $r$  och insätter  $\mu_0 = 0,20$ ,  $v = 15 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  och  $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ :

$$r = \frac{v^2}{\mu_0 g} = \frac{\left(\frac{15 \text{ m}}{3,6 \text{ s}}\right)^2}{0,20 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 8,8486805 \text{ m} \approx 8,8 \text{ m}$$

1 p.

- c) Tyngden har inget kraftmoment kring massmedelpunkten, således behöver endast stödkraftens- och friktionskraftens kraftmoment beaktas.

$$M_N = -r_N mg = -r \cos \alpha \cdot mg$$

$$M_\mu = r_\mu \mu_0 N = r \sin \alpha \cdot \mu_0 mg$$

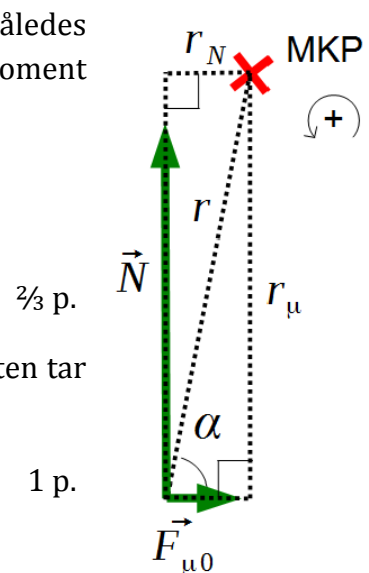
Då kraftmomenten som verkar på helheten i massmedelpunkten tar ut varandra, faller helheten inte omkull:

$$M_\mu + M_N = r \sin \alpha \cdot \mu_0 mg - r \cos \alpha \cdot mg = 0$$

$$r \cos \alpha = r \sin \alpha \cdot \mu_0$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha = \frac{1}{\mu_0}$$

$$\alpha = \arctan \frac{1}{\mu_0} = \arctan \frac{1}{0,20} = 78,690068^\circ \approx 79^\circ$$





## Uppgift 7

- a)** I utgångsläget är cylindrarnas totala laddning noll, eftersom protonernas positiva laddning och elektronernas negativa laddning tar ut varandra.

Då kondensatorn laddas upp, uppstår ett elfält mellan skivorna.

I metallen finns ledningselektroner som rör sig lätt. Elfältet påverkar ledningselektronerna med en kraft som får elektronerna att röra sig mot den positivt laddade kondensatorskivan. 1 p.

Då blir det ett överskott av elektroner i den vänstra cylindern och den blir negativt laddad. I den högra cylindern bildas ett underskott av elektroner och cylindern är positivt laddad. 1 p.

Förskjutningen av elektroner fortgår ända tills elfältet som uppstår p.g.a. laddningarnas omfördelning upphäver kondensatorns fält inne i cylindern. Cylinderparet har polariserats. 1 p.

- b)** Då cylindrarna har åtskilts från varandra och kondensatorn urladdats, försvinner kondensatorns elfält. Elektronerna påverkas då inte längre av en kraft mot vänster. Elfältet som uppstått p.g.a. laddningens omfördelning försöker förskjuta elektroner mot höger och utjämna cylindrarnas laddning. 1 p.

Eftersom cylindrarna är skilda från varandra, kan inte de elektroner som blivit över förskjutas till den högra cylindern och cylindrarnas laddningar bibehålls. 1 p.

- c)** Då cylindrarna sammanförs förskjuts elektroner mot höger av fältet som bildades då laddningen omfördelades. Förskjutningen fortgår ända tills laddningarna har utjämnats och cylindrarnas totala laddning är noll igen. 1 p.

## Uppgift 8

- a) I den långa raka ledningen går en elström, och därför bildas ett magnetfält kring ledningen. Riktningen för den magnetiska flödestätheten är vinkelrätt genom slingan. Den magnetiska flödestätheten på avståndet  $r$  från ledningen är

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}.$$

1 p.

Slingans mittpunkts avstånd från ledningen är 5,5 cm, således är det magnetiska flödet genom slingan

$$\Phi = BA = \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi r}\right)A = \frac{\mu_0 AI}{2\pi r}.$$

1 p.

En uppskattning av induktionsspänningen fås med hjälp av induktionslagen

$$e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\mu_0 A \Delta I}{2\pi r \Delta t} = -\frac{\mu_0 a^2 (0 - I_0)}{2\pi r \Delta t} = \frac{\mu_0 a^2 I_0}{2\pi r \Delta t}$$

1 p.

$$e = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2 \cdot (0,010 \text{ m})^2 \cdot 2,0 \text{ A}}{2\pi \cdot 0,055 \text{ m} \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ s}} = 0,0007273 \text{ V} \approx 0,7 \text{ mV}$$

1 p.

- b) Induktionsspänningen minskar om ledningen förs längre bort från slingan, eftersom det magnetiska flödet genom slingan avtar då avståndet ökar. 1 p.

Induktionsspänningen minskar då ledningen eller slingan flyttas så att ledningens magnetfält är parallellt med slingans plan. Inget magnetiskt flöde går då genom slingan. 1 p.

*Även andra fysikaliskt motiverade korrekta svar godkänns.*

## Uppgift 9

a)  ${}^{18}_9\text{F} \rightarrow {}^{18}_8\text{O} + e^+ + \nu$  1 p.

b)  ${}^{18}\text{F}$  -isotopens sönderfallskonstant är  $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$ .

Provets aktivitet 45 minuter efter att det tillverkats är

$$A = A_0 e^{-\lambda t}.$$

Aktiviteten för provet direkt efter att det tillverkats var

$$A_0 = \frac{A}{e^{-\lambda t}}$$

$$A_0 = \frac{250 \text{ MBq}}{e^{-\frac{\ln 2}{109,77 \text{ min}} \cdot 45 \text{ min}}} = 332,15950 \text{ MBq} \approx 330 \text{ MBq}$$

2 p.

- c) Halveringstiden för fluor-18 isotopen är kort och provets aktivitet avtar därför snabbt. Provet måste ges till patienten så fort som möjligt för att provets aktivitet ska vara tillräckligt hög för att avbildningen ska lyckas. 1 p.

Patienten utsätts för strålning endast under en kort tid då man använder prov med kort halveringstid, eftersom provets aktivitet sjunker snabbt. Detta minskar de negativa effekterna av strålningen som uppstår med tiden, då det radioaktiva ämnet förblir i patientens kropp. Halveringstiden får inte vara för kort, så att undersökningen inte kan genomföras medan aktiviteten är på en tillräcklig nivå. En alltför lång halveringstid ökar den totala strålningsdosen som patienten utsätts för. 1 p.

Fluorkärnan sönderfaller genom att emittera en positron. I vävnad är positronens räckvidd kort. Då positronen stöter på sin antipartikel elektronen annihileras positronen och elektronen. I annihilationen uppstår två gammakvantum. Vid PET-avbildning observerar man gammastrålning, som lätt tränger igenom vävnad. 1 p.

## Uppgift 10

- a) Lådan accelererar från vila till bandets hastighet  $v_b$ .

Den accelererande kraften som verkar på lådan är rörelsefriktionen  $F_\mu$  mellan lådan och bandet.

Impulsprincipen:

$$I = \Delta p \qquad F_\mu t = m\Delta v$$

1 p.

$$\mu N t = m v_b$$

$$N = G = m g$$

$$t = \frac{m v_b}{\mu m g} = \frac{1,5 \text{ m/s}}{0,45 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} = 0,33978933 \text{ s} \approx 0,34 \text{ s}$$

1 p.

ELLER:

På bandet påverkas lådan av rörelsefriktionen, som ger lådan accelerationen (Newton II)

$$a = \frac{F_\mu}{m} = \frac{\mu m g}{m} = \mu g = 0,45 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 4,4145 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

1 p.

Lådan glider inte längre på bandet då lådans hastighet är lika stor som bandets hastighet.

Eftersom rörelsefriktionen är konstant, accelererar lådan likformigt, dvs.

$$t = \frac{v_b - v_0}{a} = \frac{1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{4,4145 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,339789 \text{ s} \approx 0,34 \text{ s}.$$

1 p.

- b) Sträckan  $s$ , som lådan rör sig i förhållande till marken då den glider, är sträckan som rörelsefriktionen utför arbete på lådan. Arbetet som rörelsefriktionskraften gör är lika stort som förändringen i lådans rörelseenergi.

$$W = \Delta E_k$$

$$F_\mu s = \frac{1}{2} m v_b^2$$

$$s = \frac{\frac{1}{2} m v_b^2}{\mu m g} = \frac{\frac{1}{2} (1,5 \text{ m/s})^2}{0,45 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} = 0,254842 \text{ m} \approx 0,25 \text{ m}$$

1 p.

Medan lådan glider rör sig platsen på bandet där lådan landade sträckan

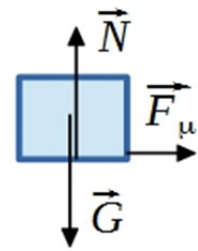
$$s_b = v_b t$$

i förhållande till marken. Lådan rör sig sträckan

$$\begin{aligned} s_r &= s - s_b = s - v_b t \\ &= 0,254842 \text{ m} - 1,5 \text{ m/s} \cdot 0,33978933 \text{ s} = -0,254842 \text{ m} \approx -0,25 \text{ m} \end{aligned}$$

i förhållande till bandet.

1 p.



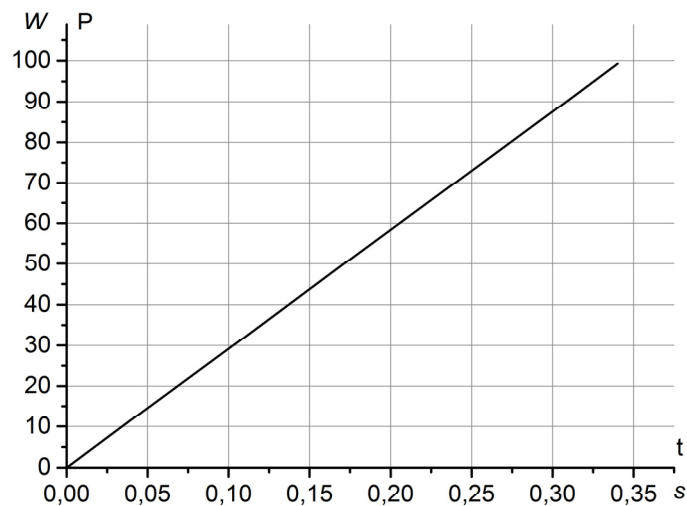
- c) Då man observerar situationen från en position bredvid bandet, accelereras lådan likformigt av friktionskraften. Kraftens effekt är då

$$P = F_{\mu}v = \mu mgv,$$

där hastigheten  $v$  ökar lineärt från noll till bandets hastighet  $v_b = 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , och  $P = 99,3 \text{ W}$ . Detta visas i graf 1.

Graf 1.

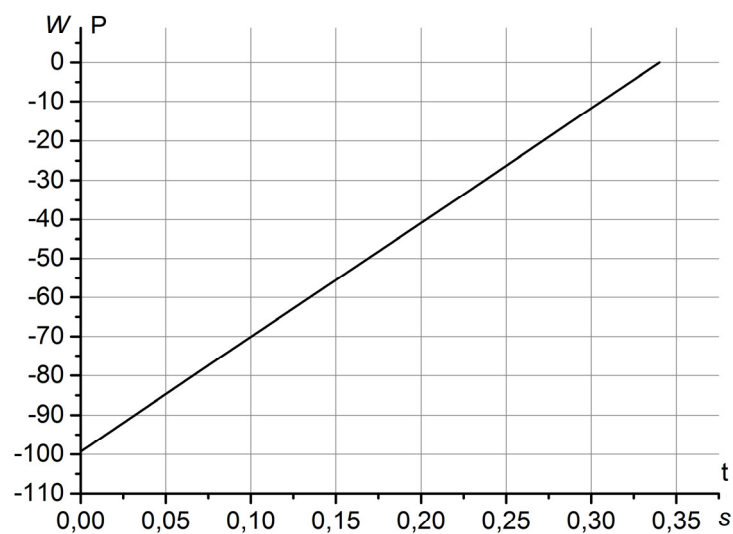
1 p.



Då man observerar situationen från bandet rör sig lådan först med hastigheten  $v_0 = -1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , och slutligen är lådan i vila i förhållande till bandet. Eftersom lådans acceleration är likformig, ändrar friktionskraftens effekt lineärt från begynnelse- till slutvärdet. Detta visas i graf 2.

Graf 2.

1 p.



## Uppgift 11

- a) Våglängdsområdet för synligt ljus är 400–700 nm.

I grafen kan man observera att toppintensiteten för en svart kropp med temperaturen 2700 K ligger vid våglängden 1400 nm. Således är största delen av intensiteten inom det infraröda våglängdsområdet. 1 p.

Med andra ord är största delen av strålningen som glödlampan producerar värmestrålning och endast en liten del av energin omvandlas till synligt ljus. 1 p.

Den största delen av eleffekten går åt till att värma upp lampans delar. 1 p.

- b) Då temperaturen för en svart kropp höjs ökar den totala intensiteten i strålningsspektret från den svarta kroppen kraftigt. (Den totala intensiteten är proportionell mot temperaturens fjärde potens.)  $\frac{2}{3}$  p.

Intensitetstoppen förskjuts mot kortare våglängd, d.v.s. från det infraröda området mot det synliga ljusets område.  $\frac{2}{3}$  p.

Förutom infrarödstrålning börjar kroppen utstråla synligt ljus och ultraviolett ljus kraftigare när den svarta kroppens temperatur ökar.  $\frac{2}{3}$  p.

Då lampans färgtemperatur är 2700 K, är ljuset som den utsänder gulaktigt, eftersom gult och rött ljus dominerar spektret.  $\frac{1}{3}$  p.

Då färgtemperaturen ökas till 3000 K, är ljuset varmt vitt. Andelen grönt ljus ökar.  $\frac{1}{3}$  p. (Ögats relativa färgkänslighet inverkar så att våglängder som är kortare än rött ses kraftigare än det intensivare röda ljuset som har en längre våglängd. )

Då färgtemperaturen är 3500 K, innehåller spektret det synliga ljusets alla våglängder. Ljuset är klart vitt. En ännu högre färgtemperatur skulle göra ljuset blåaktigt.  $\frac{1}{3}$  p.

## Uppgift +12

- a) För komponenter som följer Ohms lag är  $R = \frac{U}{I}$  en konstant. Då är grafen som avbildar polspänningen som funktion av strömmen i ett  $(I,U)$ -koordinatsystem en linje som går genom origo. 1 p.

Glödlampans och zenerdiodens grafer är inte sådana grafer och komponenterna följer således inte Ohms lag. 1 p.

- b) En glödlampa lyser då elströmmen som går genom den av volfram gjorda tunna glödtråden uppvärmer tråden så att den glöder. Glödtrådens temperatur beror på elströmmen som går genom tråden. 1 p.

Metalltrådens statiska resistans  $R_s = \frac{U}{I}$  ökar då temperaturen ökar. Med andra ord, ju större absolutbeloppet på strömmen genom lampan är desto brantare blir glödlampans  $(I,U)$ -graf. 1 p.

Glödlampans graf är något osymmetrisk i förhållande till origo. Det beror på osymmetrin i temperaturförändringarna då lampan uppvärms och svalnar. Då elströmmens och spänningens absolutvärden ökar, uppvärms lampan och den blir klarare. Då är temperaturen hela tiden något lägre p.g.a. glödtrådens värmekapacitet än vad den skulle vara vid statiska ström och spänningsvärden. På samma sätt svalnar och avmattas lampan då elströmmens och spänningens absolutvärden minskar, och glödtrådens temperatur är hela tiden litet högre än vad den skulle vara med statiska ström- och spänningsvärden. 1 p.

- c)  $U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$ . 1/3 p.

Genom lampan och zenerdioden går en lika stor ström. 1/3 p.

Man söker med hjälp av graferna ett värde för strömmen för vilket  $U_{AB} + U_{BC} = 3,5$  V. 1/3 p.

Detta villkor uppfylls då  $U_{AB} = 2,7$  V och  $U_{BC} = 0,8$  V. 1/3+1/3 p.

Strömmen är då  $I = 0,165$  A. 1/3 p.

- d) Glödlampans funktion är inte beroende av elströmmens riktning, 1/3 p.  
och lampan lyser således inte då  $|I| < 0,075$  A. 1/3 p.

$I = 0,075$  A:  $U_{AC} = 0,40$  V +  $0,75$  V =  $1,15$  V 1/3 p.

$I = -0,075$  A:  $U_{AC} = -0,55$  V +  $(-3,10$  V) =  $-3,65$  V 1/3 p.

Lampan lyser inte, då strömkällans polspänning är inom intervallet  $-3,65$  V <  $U_{AC}$  <  $1,15$  V. 2/3 p.

## Uppgift +13

I svaret ska man nämna fyra energikällor (sammanlagt 1 p.).

I varje fall ska energikällans uppkomst och utnyttjande beskrivas (1 p. per fall) samt de fysikaliska fenomen som hör till varje fall (1 p. per fall).

### Vattenkraft

Strålning från solen får vatten i världshaven att avdunsta och vattnet samlas till moln. Potentialenergin i jordens gravitationsfält för det avdunstande vattnet ökar. Vindarna för molnen bort från området ovanför haven till högt belägna områden ovanför kontinenterna, där vattnet kommer ner som regn. I vattenkraftverk som byggts i floder som mynnar ut i havet omvandlas vattnets potentialenergi till rörelseenergi. Det strömmande vattnet roterar en turbin, som är kopplad till en elgenerator. Generatoren producerar elenergi med hjälp av elektromagnetisk induktion.

### Solenergi

Solenergi är energi som solen utstrålar och som används direkt som antingen elenergi eller värmeenergi. Energin som solen utstrålar kan samlas in med antingen solceller eller solfångare. Solelektricitet produceras vanligtvis med solceller som är byggda av halvledare som förvandlar solens strålning till elenergi. I en solcell ger ett ljuskvantum upphov till ett elektron-hål-par, som samlas in elektroder. Laddningsseparationen som då uppstår kan utnyttjas som elenergi.

Vid soluppvärmning används solens energi till att värma bruksvatten eller inomhusluften. Värmen tas till vara med hjälp av solfångare, där strålning från solen absorberas i ett medium och höjer mediets temperatur. Värmen leds till en värmeväxlare varifrån värmen transporteras till användningsplatsen eller sparas i en värmeackumulator som inre energi för att användas senare.

### Vindkraft

Strålning från solen ger upphov till temperatur- och tryckskillnader i atmosfären. Då dessa utjämnas uppstår strömmar i atmosfären, dvs. vindar. Rörelseenergin i luftströmmarna kan utnyttjas för att rotera på bladen i ett vindkraftverk. Bladen är via en axel kopplade till en elgenerator. Generatoren producerar elenergi genom elektromagnetisk induktion.

### Fossila bränslen (stenkol, naturgas och olja) och torv

Växtlighet och växtplankton har genom fotosyntes omvandlat solens strålningsenergi till kemisk energi. Stenkol har uppstått under miljoner år och under högt tryck då växter har förmultnat mellan jordlager. Olja och naturgas har på samma sätt uppstått under hav av växtmaterial och små havsorganismer. Torv har uppstått då växtmaterial under tusentals år fått förmultna under syrelösa förhållanden.

Genom att förbränna fossila bränslen i kraftverk, kan man producera värme som kan användas direkt, eller användas för att driva en värmekraftmaskin som producerar elenergi med hjälp av elektromagnetisk induktion. Olja används också allmänt som ett råmaterial inom kemisk industri.



## Bioenergi och flis

Biobränsle kallas bränslen som framställts av organiskt material. Energin som finns bunden i dessa har sitt ursprung i växters fotosyntes, där energin i solljus sparas som kemisk energi.

Biobränsle, som t.ex. flis, kan torkas och förbrännas som sådant i kraftverk. Då erhåller man värme eller elenergi med hjälp av en värmekraftmaskin och elektromagnetisk induktion. Biobränslen kan också vidareförädlas till biogas och bränslen i vätskeform, som t.ex. etanol och diesel, som kan används som bränsle t.ex. i bilar.

## Jordvärme (värme från marken, vattendrag och luften)

Solens strålning värmer jordens ytlager och atmosfär. Värmeverkan sträcker sig några tiotals meter under jordytan. Värme från jordens ytlager kan samlas in och transporteras för utnyttjande med hjälp av värmepumpar. I värmepumpar i ledningsnät som dragits i marken eller i vattendrag strömmar ett ämne som förångas vid låga temperaturer. Då ämnet förångas binder det energi till sig, som kan utnyttjas i en värmeväxlare. En luftvärmepump fungerar med samma princip, med skillnaden att värmen samlas från utomhusluften. Värme som samlas in från områden djupt inne i jordskorpan är geotermisk energi, som inte härrör sig från solen.

## Vågenergi

Värmeinverkan från solstrålningen ger också upphov till strömningar i världshaven. Vågornas rörelseenergi, som uppstått på detta sätt, kan användas för att driva en elgenerator, som i sin tur kan producera elenergi med hjälp av elektromagnetisk induktion. Tidvattenenergi härrör sig i huvudsak från månens dragningskraft och orsakas således inte av solen.