

## Provet i fysik 11.3.2009. Modellsvar och poängsättning

- 1 Vilka av följande påståenden är riktiga och vilka är felaktiga? Motivera.
- Månen håller sig i sin omloppsbana kring Jorden  
p.g.a. en ömsesidig växelverkan.
  - Jorden drar till sig Månen med en större kraft än Månen drar till sig Jorden.
  - En hoppare som faller hängande i en fallskärm uppnår i allmänhet en konstant hastighet.
  - Ett ljusår är en stor tidsenhet.

a) Rätt (**0,5p**)

Tack vare gravitationsväxelverkan (**1p**) håller sig Månen i en bana kring Jorden.

Tyngdkraften 1p, dragningskraften 0,5p för motiveringarna.

b) Fel (**0,5p**)

En kraft och dess motkraft är till sina absolutbelopp lika stora. (**1p**)

Motivering med Newtons III lag eller kraft/motkraft 1p.

Motivering med Newton I eller Newton II 0p.

c) Rätt (**0,5p**)

Då luftmotståndet till sitt absoluta belopp blivit lika stort som tyngdkraften uppnår hopparen en konstant hastighet. (**1p**)

Motkrafterna lika stora som tyngdkraften, 0,5p för motiveringarna.

$F_l = G$  ej konstaterat 0p för motiveringarna.

Motivering med Newton I, max 0,5p för motiveringarna.

Motivering med Newton III, max 0,5p för motiveringarna.

$|\vec{G}| > |\vec{F}_l|$  0p för motiveringarna.

d) Fel (**0,5p**)

Ett ljusår är den sträcka ljuset tillryggalägger på ett år. (**1p**)

## Tilläggsanvisningar för poängsättningen:

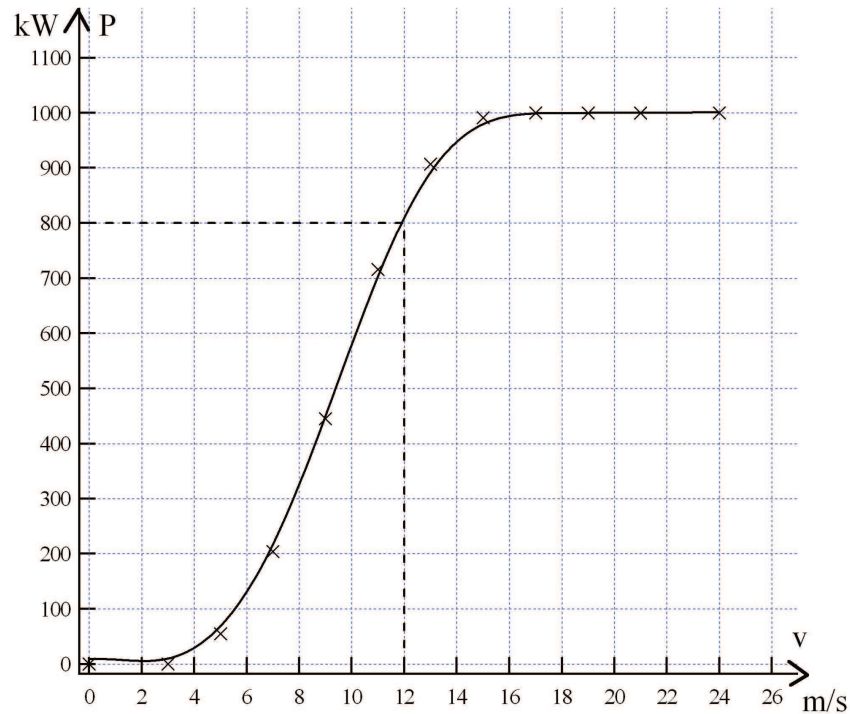
- Påståendet fel  $\implies$  0p.
- Man kan få fulla poäng utan att explicit konstatera om påståendet är rätt eller fel.
- Avdrag för grova sakfel i motiveringarna -(0-1)p.

## Provet i fysik 11.3.2009. Modellsvar och poängsättning

- 2 Vindkraftsparken i Havs-Björneborg består av åtta vindkraftverk med en effekt på 1 MW. De börjar producera elektricitet, då vindhastigheten överskrider 3 m/s, och kopplas av säkerhetsskäl bort, då vindhastigheten överskrider 25 m/s. Tabellen visar den eleffekt som kraftverk nr 8 producerar vid olika vindhastigheter

vindhastighet (m/s)	0	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	24
eleffekt (kW)	0	0	55	204	445	716	907	991	1000	1000	1000	1000

- a) Presentera grafiskt effekten som funktion av vindhastigheten (3 p.)  
 b) Vid vilken vindhastighet är eleffekten 800 kW? (1 p.)  
 c) År 2006 producerade vindkraftverket 2 157 MWh elenergi. Vilken var medel-effekten det året? (2 p.)



Figuren (3p)

- b) Ur figuren  $v = 12$  m/s (11,5-12,0) (1p).

c)

$$P = \frac{E}{t} = \frac{2517 \text{ MWh}}{365 \cdot 24 \text{ h}} = 290 \text{ kW} \quad (1\text{p})$$

### Tilläggsanvisningar för poängsättningen:

- a) Raka linjer mellan punkterna (felaktig grafisk utjämning) -1p.
- a) Axlarna inverterade -1p.
- a) Rak linje genom origo -2p.
- a) Ingen grafisk utjämning (endast punkter utsatta), max 1p/3p.
- a) En punkt fel/fattas, obs! (0,0), -0,5p.
- a) Utjämningen fortsätter längre än 25 m/s, -0,5p.
- c) Svar: 300 kW, -1/3p.
- c) Storleksordningsfel 1p.

### Provet i fysik 11.3.2009. Modellsvar och poängsättning

3 En gasolblandnings värmevärde undersöktes med tillhjälp av ett campingkök utrustat med en gasbrännare. I utgångsläget placerades på gasköket en aluminiumkastrull med lock vilken innehöll 540 g vatten och 820 g is. Vatten- och isblandningens temperatur var 0 °C och gasköket stod i lä. Blandningen upphettades till kokpunkten. Under upphettningen förbrukades 22 g av gasolen. Uppskatta med hjälp av dessa uppgifter gasblandningens värmevärde (MJ/kg). Det värmevärde du erhållit avviker troligtvis från det verkliga värmevärdet. På vad beror avvikelsen?

Begynnelsevärden:

storhet enhet	$m_v$ (kg)	$m_{is}$ (kg)	$m_g$ (kg)	$c_v$ (kJ/kgK)	$s_v = 333$ (kJ/kg)	$\Delta T$ (K)
	0,540	0,820	0,022	4,19	333	100

Energien som krävs för att smälta isen:

$$Q_1 = s \cdot m_{is} = 333 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0,820 \text{ kg} = 273,06 \text{ kJ} \quad (1\text{p})$$

Energien som krävs för att värma vattnet till kokpunkten:

$$Q_2 = c_v \cdot (m_v + m_{is}) \cdot \Delta T = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot (0,540 + 0,820) \text{ kg} \cdot 100 \text{ K} = 569,84 \text{ kJ} \quad (2\text{p})$$

Totala förbrukade energimängden:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 273,06 \text{ kJ} + 569,84 \text{ kJ} = 842,9 \text{ kJ}$$

Värmevärdet för gasolen:

$$H = \frac{Q}{m_g} = \frac{842,9 \text{ kJ}}{0,022 \text{ kg}} = 38313 \text{ kJ/kg} = 38 \text{ MJ/kg} \quad (1\text{p})$$

Det erhållna värdet är sannolikt för litet (0,5p) pga att

- kärlets värmekapacitet inte har beaktats
- systemet inte är isolerat
- lågan värmer omgivningen
- vattnets förångning under uppvärmingen inte har beaktats

Två korrekta orsaker (0,5p+1p).

### Tilläggsanvisningar för poängsättningen:

- $H$  beräknat utan formel, OK.
- En av värme-energierna fattas, en värme-energi för mycket (förångning av vattnet), aluminium värms (utan kärl, enhetsfel)  $\implies$  -2p.
- $H = Q/m$ , där  $m$  en annan massa än  $m_g \implies$  -2p.
- Fel värmekapacitet  $c \implies$  -1p.
- Grovt fel i svarets storleksordning  $\implies$  -1p.
- $\Delta T = 373 \text{ K} \implies$  -2p.

**Provet i fysik 11.3.2009. Modellsvar och poängsättning**

- 4 The Rolling Stones höll en konsert på Olympiastadion 16.7.2003. Mätningar av ljudstyrkan (bullernivån) under konserten visade att den bullernivå som bandet totalt åstadkom i mixningspunkten var i medeltal 103 dB.
- a) Redogör för hur ljudet fortplantar sig från högtalaren till åhörarens öra.
  - b) Varför mäts det ljud som människoörat uppfattar med en decibelskala?
  - c) Enligt paragraf 26 i Helsingfors stads miljöskyddsföreskrifter får bullernivån på utomhuskonserter vara högst 70 dB nära bostadshus, vårdinrättningar, läroanstalter och andra objekt som nås och kan störas av bullret. Hur många gånger högre är den vid mixningsbordet uppmätta intensiteten i jämförelse med den tillåtna?

a) Membranen i högtalaren vibrerar (0,5p). Denna vibration förorsakar tryckfluktuationer i luften, dvs. ljud. Ljudet fortskrider i luft som en mekanisk våg (tryckfluktuation eller mekanisk våg **0,5p**). Ljud i luft är longitudinell vågrörelse (0,5p). Då ljudet når örat börjar trumhinnan vibrera (0,5p).

- b) Hur människan uppfattar ljudstyrkan (ljudnivån) beror inte lineärt av ljudets intensitet. Ljudnivån beror av intensitetens logaritm.
- Sambandet mellan ljudnivån och intensiteten (**1p**).
  - Ljudnivån ej en lineär funktion av intensiteten eller beror av intensitetens logaritm (**1p**).

c) Ljudnivån

$$L = \log_{10} \frac{I}{I_0}, \quad I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}, \quad L_1 = 103 \text{ dB}, \quad L_2 = 70 \text{ dB} \quad (1p)$$

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= I_0 10^{L_1/10} & I_2 &= I_0 10^{L_2/10} \\ \frac{I_1}{I_2} &= \frac{I_0 10^{L_1/10}}{I_0 10^{L_2/10}} = \frac{10^{10,3}}{10^7} = 1995 \end{aligned} \right\} (1p)$$

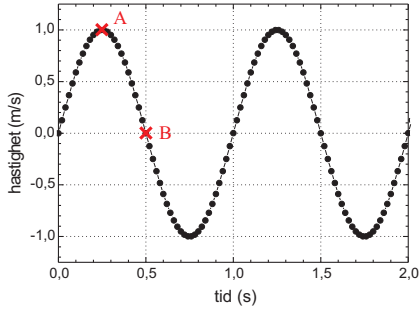
Svar: 2000 ggr högre.

**Tilläggsanvisningar för poängsättningen:**

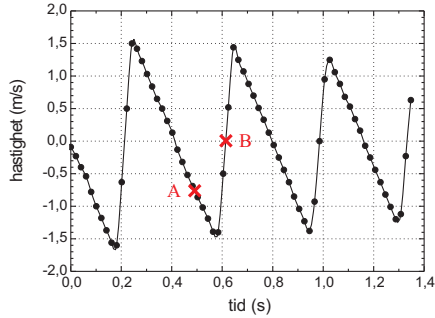
- b) Uppfattningen av ljudstyrkan beror av frekvensen  $\implies 0p$ .

**Provet i fysik 11.3.2009. Modellsvar och poängsättning**

- 5 a) En vagn, som är fäst vid en fjäder, rör sig på en vågrät luftkuddebana. Grafen visar vagnens hastighet registrerad med en ultraljudsradar. Gör slutledningar om vagnens rörelsetillstånd vid punkt A och punkt B i figuren som visar de krafter som verkar på vagnen vid dessa tidpunkter.
- b) En boll fälls mot ett golv varifrån den studsar lodrätt uppåt. Grafen visar bollens hastighet, uppifrån mätt med en ultraljudsradar. Gör slutledningar om bollens rörelsetillstånd vid punkt A och punkt B i figuren och rita figurer som visar de krafter som verkar på bollen vid dessa tidpunkter.

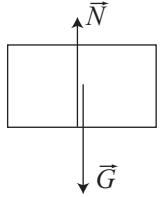


a)



b)

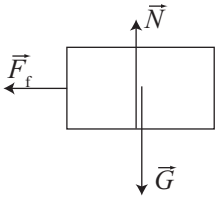
- a) A: Vagnen är i den harmoniska oscillationsrörelsens jämviktsläge, där accelerationen  $a = 0$  (0,25p) och hastigheten  $v = v_{max}$  (0,25p).



- $\vec{G}$  = vagnens tyngd
- $\vec{N}$  = underlagets stödskraft

Kraftfigur (1p)

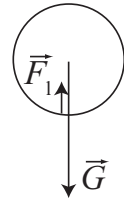
- B: Vagnen i vila i sitt extremläge, där accelerationen  $a = a_{max}$  (0,25p) och hastigheten  $v = 0$  (0,25p).



- $\vec{G}$  = vagnens tyngd
- $\vec{N}$  = underlagets stödskraft
- $\vec{F}_f$  = fjäderkraften

Kraftfigur (1p)

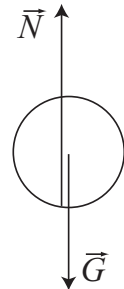
- b) A: Bollen faller neråt (0,25p) och är i likformigt accelererad rörelse (0,25p) (eller  $\vec{a}$  och  $\vec{v}$  utritade i figuren).



- $\vec{G}$  = bollens tyngd
- ( $\vec{F}_1$  = luftmotståndet)

Kraftfigur (1p)

- B: Bollen rör i golvet och är i vila (0,25p). Bollen accelererar uppåt (0,25p) (eller  $\vec{a}$  utritade i figuren och  $v = 0$ ).



- $\vec{G}$  = bollens tyngd
- $\vec{N}$  = underlagets stödskraft

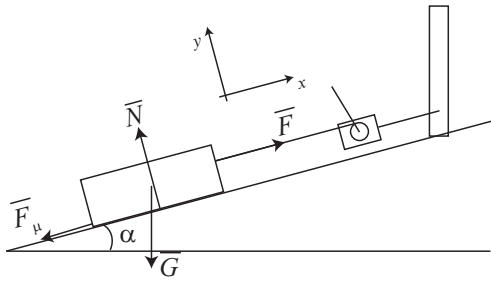
Kraftfigur (1p)

**Tilläggsanvisningar för poängsättningen:**

- Kraftfigurerna: storlekarna på kraftvektorerna fel -0,5p/1p, verkningspunkterna för krafterna fel -0,5p/1p, masspunkt -0,5p/1p, ofysikaliska krafter 0p/1p, kraft fattas 0p/1p.
- Namngivning av krafterna krävs ej.
- a) Hjul på vagnarna OK om  $2|\vec{N}| = |\vec{G}|$ .
- Rörelsetillståndet (totalt) felförstått 0p/1,5p.

**Provet i fysik 11.3.2009. Modellsvar och poängsättning**

6 En pontonbrygga dras längs en sluttande ramp upp på land med hjälp av en enkel vajervinsch. Vinschen är förankrad vid ett träd, som figuren visar. Då man drar i spaken C rullas vajern A upp på en trumma B. Hur stor kraft bör man applicera på spaken för att sätta pontonbryggan ( $m = 480 \text{ kg}$ ) i rörelse, då trummans radie är 36 mm och handgreppets avstånd från trummans axel är 43 cm? Vilofriktionstalet mellan rampen och bryggan är 0,15.

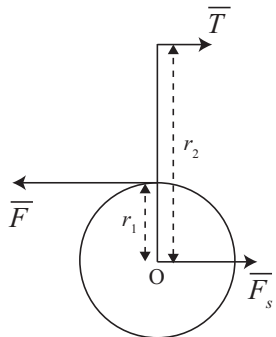


**Kraftfigur 1 (1p)**

Jämviktsvillkor eller Newton II (+):  $\sum \vec{F} = 0$

$$\begin{cases} \sum F_x = F - G_x - F_\mu = 0 & (+) \\ \sum F_y = N - G_y = 0 & (+) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} F &= \mu N + G_x \\ F &= \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha \\ &= mg(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) \\ &= 480 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (0,15 \cdot \cos 15^\circ + \sin 15^\circ) = 1900 \text{ N} \quad (1\text{p}) \end{aligned}$$



**Kraftfigur 2 (1p), momentpunkten (+)**

Jämviktsvillkor (+):  $\sum M_O = 0$  (+)

$$F \cdot r_1 - T \cdot r_2 = 0$$

$$T = \frac{F \cdot r_1}{r_2} = \frac{1900 \text{ N} \cdot 3,6 \text{ cm}}{43 \text{ cm}} = 160 \text{ N} \quad (1\text{p})$$

**Tilläggsanvisningar för poängsättningen:**

- Kraftfigur 1: verkningspunkterna fel -0,5p, storlekarna fel -0,5p.
- Kraftfigur 1: bryggan och vinschen i samma kraftfigur, ej i jämvikt 0p/1p.
- Kraftfigur 2:  $\vec{F}_s$  fattas, 1p/1p.
- $F_\mu = \mu mg \implies F = 1925 \text{ N}$ , -1p.
- $G_x$  fattas  $\implies F = 682 \text{ N}$ , -1p.

**Provet i fysik 11.3.2009. Modellsvar och poängsättning**

- 7 En luftledning, vars längd är 500 m, består av en ståltråd överklädd med ett kopparskikt. Ståltrådens diameter är 3,0 mm och kopparskiktets tjocklek 150 μm. Stålets resistivitet är  $1,84 \cdot 10^{-7} \Omega\text{m}$  och koppars resistivitet  $1,68 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$
- a) Hur stor del av elströmmen går genom kopparskiktet? (4 p.)  
 b) Bestäm spänningsförlusten i ledningen, då strömmen 3,5 A går genom ledningen. (2 p.)

a) Bestämmer först resistanserna för ståltråden och kopparskiktet:

$$R_{\text{stål}} = \rho_{\text{stål}} \frac{l}{\pi r_1^2} = 1,84 \cdot 10^{-7} \Omega\text{m} \cdot \frac{500 \text{ m}}{\pi \cdot (1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2} = 13,02 \Omega \quad (1\text{p})$$

$$R_{\text{koppars}} = \rho_{\text{koppars}} \frac{l}{\pi(r_2^2 - r_1^2)}$$

$$= 1,68 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m} \cdot \frac{500 \text{ m}}{\pi \cdot [(1,65 \cdot 10^{-3})^2 - (1,5 \cdot 10^{-3})^2] \text{ m}^2} = 5,66 \Omega \quad (1\text{p})$$

Strömmen fördelas mellan ståltråden och kopparskiktet:

$$I_{\text{stål}} + I_{\text{koppars}} = I$$

Spänningen  $U$  över ståltråden och kopparskiktet är lika stor (ståltråden och kopparskiktet kan betraktas som två parallellkopplade motstånd)  $\implies$

$$\left. \begin{aligned} I_{\text{stål}} &= U/R_{\text{stål}} \\ I_{\text{koppars}} &= U/R_{\text{koppars}} \end{aligned} \right\} 1\text{p}$$

$$\implies \frac{I_{\text{stål}}}{I_{\text{koppars}}} = \frac{R_{\text{koppars}}}{R_{\text{stål}}} \implies$$

$$\frac{I_{\text{koppars}}}{I} = \frac{I_{\text{koppars}}}{I_{\text{koppars}} + I_{\text{stål}}} = \frac{1}{\frac{I_{\text{stål}}}{I_{\text{koppars}}} + 1}$$

$$= \frac{1}{\frac{R_{\text{koppars}}}{R_{\text{stål}}} + 1}$$

$$= \frac{1}{\frac{5,66 \Omega}{13,02 \Omega} + 1} = 70 \% \quad (1\text{p})$$

b) Luftledningen kan betraktas som två parallellkopplade motstånd

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{\text{stål}}} + \frac{1}{R_{\text{koppars}}} \quad (1\text{p})$$

Från Ohms lag följer:

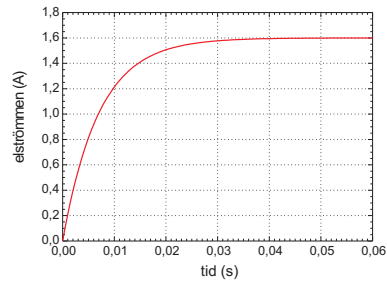
$$U = \frac{R_{\text{koppars}} \cdot R_{\text{stål}}}{R_{\text{koppars}} + R_{\text{stål}}} \cdot I = \frac{5,66 \Omega \cdot 13,02 \Omega}{5,66 \Omega + 13,02 \Omega} \cdot 3,5 \text{ A} = 14 \text{ V} \quad (1\text{p})$$

**Tilläggsanvisningar för poängsättningen:**

- Radien förväxlad med diametern (svar: a) 53 %, b) 5,4 V), max 5p/6p.
- Motstånden seriekopplade i b), 0p/2p.

**Provet i fysik 11.3.2009. Modellsvar och poängsättning**

8 Då en spole kopplas till en likspänningskälla, vars källspänning var 7,5 V och inre resistans mycket liten, erhöles med en till en dator kopplad strömgivare vidstående graf.

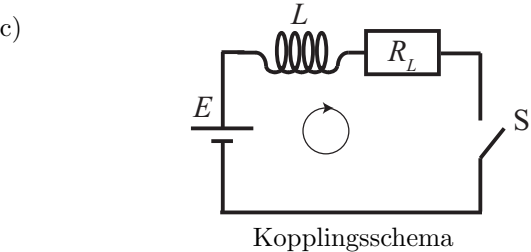


- a) Förklara varför strömmen förändras på det sätt som grafen visar.
- b) Hur stor är spolens resistans?
- c) Bestäm induktionsspänningen vid tidpunkten 10 ms och beräkna med hjälp av denna spolens induktans.

a) Då strömmen i spolen börjar växa (++) , ökar det magnetiska flödet genom spolen. Detta leder till att det i spolen sker självinduktion (++) . Självinduktionen bromsar upp strömmens ökning. (++)

b) Strömmen stabiliseras till det konstanta värdet (1p)  $I_0 = 1,6 \text{ A}$ .

$$E = IR \implies R = \frac{E}{I_0} = \frac{7,5 \text{ V}}{1,6 \text{ A}} = 4,7 \Omega \quad (0,5\text{p})$$



Kirchhoff II medsols:

$$E - U_L - RI = 0 \implies U_L = E - RI$$

Ur figuren då  $t = 0,01 \text{ s}$  är  $I = (1,22 \pm 0,02) \text{ A}$  (0,5p).

Den inducerade spänningen blir således

$$U_L = 7,5\text{V} - 4,6875 \Omega \cdot 1,2 \text{ A} = 1,875\text{V} \quad (0,5\text{p}) \quad (1,8 \pm 0,1) \text{ V}$$

Spänningen över spolen kan även skrivas med hjälp av (själv)induktansen  $L$ :

$$U_L = L \frac{dI}{dt}, \text{ där } \frac{dI}{dt} \text{ är tangentens vinkelkoefficient vid } t = 0,01 \text{ s}$$

Ur grafen:  $\frac{dI}{dt} = (55 \pm 5) \text{ A/s}$  (0,5p).

$$\implies L = \frac{U_L}{\frac{dI}{dt}} = \frac{1,875 \text{ V}}{55 \text{ A/s}} = 34 \text{ mH} \quad (0,5\text{p})$$

**Tilläggsanvisningar för poängsättningen:**

- b)  $R = U/I = 4,7 \Omega \implies 1\text{p}/2\text{p}$ .

## Provet i fysik 11.3.2009. Modellsvar och poängsättning

- 9 Vad förstås med fotoelektrisk effekt och Comptoneffekt? Vilka experimentella resultat i anslutning till effekterna stödjer ljusets partikelmodell?

Med fotoelektrisk effekt avses fenomenet där ljus lösgör elektroner från ytan av en metall. (1p)

Vid Compton effekten sprids en foton (med tillräckligt) kort våglängd från materia (av en elektron) (0,5p). Fotonens energi minskar (våglängden ökar) (0,5p).

Experimentella resultat som stöder ljusets partikelnatur vid fotoelektrisk effekt:

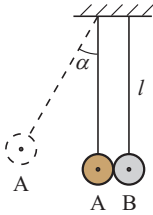
- Maximala kinetiska energin  $E_{Kmax}$  för elektronen som lossnar från metallen är lineärt beroende av ljusets frekvens (1p), men beror inte av intensiteten (1p).
- Då ljusets frekvens är lägre än tröskelfrekvensen  $f_0$  lossnar inga elektroner (1p).

$$hf = W_0 + E_{Kmax}, \text{ där } W_0 = hf_0$$

Ökningen av ljusets våglängd vid Compton effekten kan förklaras genom att beskriva fenomenet som en elastisk kollision mellan fotonen och en elektron. I kollisionen bevaras energin och rörelsemängden (1p).

**Provet i fysik 11.3.2009. Modellsvar och poängsättning**

**10** Ett mässingsklot A och ett exakt lika stort aluminiumklot B hänger i lätta trådar, som figuren visar. Klotet A avlämnas från sitt jämviktsläge med vinkeln  $\alpha$  och släpps fritt. Hur stor bör avlämningsvinkeln vara för att klotet B vid en stöt, som antas vara fullständigt elastisk, skall svänga  $90^\circ$ ?



Mässingsklotets A massa:  $m_A = \rho_A V$ , där  $\rho_A = 8,4 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .  
 Aluminiumklotets B massa:  $m_B = \rho_B V$ , där  $\rho_B = 2,7 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

Mekaniska energin för klot A bevaras då klotet svänger neråt:

$$\Delta E_{pA} + \Delta E_{kA} = 0 \Leftrightarrow -m_A g h_A + \frac{1}{2} m_A v_A^2 = 0 \implies$$

$$v_A = \sqrt{2gh_A} = \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} \quad (1)$$

I den elastiska kollisionen bevaras både rörelsemängden och kinetiska energin:

$$\left. \begin{aligned} m_A v_A &= m_A u_A + m_B u_B \\ \frac{1}{2} m_A v_A^2 &= \frac{1}{2} m_A u_A^2 + \frac{1}{2} m_B u_B^2 \end{aligned} \right\} \implies$$

$$u_A = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} v_A$$

$$u_B = \frac{2m_A}{m_A + m_B} v_A \quad (2)$$

Observera att A fortsätter i samma riktning som innan kollisionen!

Mekaniska energin för klot B bevaras då klotet svänger uppåt:

$$\Delta E_{pB} + \Delta E_{kB} = 0 \Leftrightarrow m_B g h_B - \frac{1}{2} m_B u_B^2 = 0 \implies$$

$$u_B = \sqrt{2gh_B} = \sqrt{2gl} \quad (3)$$

Kombinera ekvationerna (1), (2) och (3):

$$\sqrt{2gl} = \frac{2m_A}{m_A + m_B} \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} \implies$$

$$\cos \alpha = 1 - \left( \frac{m_A + m_B}{2m_A} \right)^2 = 1 - \left( \frac{\rho_A + \rho_B}{2\rho_A} \right)^2 \implies$$

$$\alpha = \arccos \left\{ 1 - \left( \frac{\rho_A + \rho_B}{2\rho_A} \right)^2 \right\}$$

$$= \arccos \left\{ 1 - \left( \frac{8,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 + 2,7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3}{2 \cdot 8,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3} \right)^2 \right\}$$

$$= 56^\circ$$

Avlämningsvinkeln  $\alpha$  måste vara minst  $56^\circ$ .

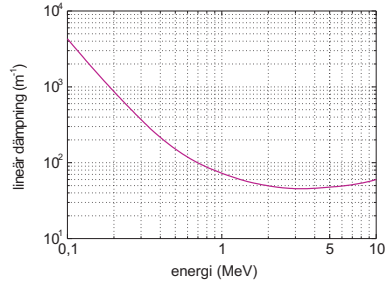
**Tilläggsanvisningar för poängsättningen:**

- Om rörelsemängden bevaras i kollisionen men klot A studsar tillbaka (rätt siffrersvar), max 4p/6p.
- Om rörelsemängden bevaras i kollisionen och mekaniska energin under svängningarna, men klot A stannar upp i kollisionen (svar  $26^\circ$ ), max 2p/6p.
- Om uppgiften behandlats endast med hjälp av mekaniska energins bevarande och A stannar upp i kollisionen (svar  $47^\circ$ ), max 1p/6p.

**Provet i fysik 11.3.2009. Modellsvar och poängsättning**

11 a) Med en strålningsmätare noteras att en liten oskyddad <sup>137</sup>Cs-gammastrålningskälla, som används i industrin, ger upphov till doshastigheten  $\dot{H} = 3,8 \text{ mSv/h}$  på avståndet 0,50 m från källan. Hur stor är doshastigheten på avståndet 4,5 m från källan, då källan strålar lika i alla riktningar?

b) Doshastigheten på avståndet 0,50 m från källan önskar man minska till  $10 \mu\text{Sv/h}$  genom att placera ett blyskydd mellan källan och observationspunkten. Hur tjockt blyskydd behövs för detta, då <sup>137</sup>Cs sänder ut gammastrålning med energin 662 keV? Utnyttja vidstående figur, som visar den elektromagnetiska strålningens lineära dämpning i bly som funktion av strålningens energi.



c) Figuren visar att strålningens genomtränglighet vid mycket höga energier minskar. Detta beror på parbildningsfenomenet. Förklara vad som menas med parbildning.

**Tilläggsanvisningar för poängsättningen:**

- b) storleksordningsfel, max 1,5p/2p.
- c) gammafotoner kolliderar  $\rightarrow e^+ + e^-$ , 0p/2p.

a) Strålningen sprids jämnt över en sfärisk yta  $\Rightarrow$

$$Y \propto \frac{1}{r^2} \implies \dot{H} \propto \frac{1}{r^2} \quad (1p)$$

$$\frac{\dot{H}_1}{\dot{H}_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \implies$$

$$\dot{H}_2 = \dot{H}_1 \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = 3,8 \frac{\text{mSv}}{\text{h}} \cdot \left(\frac{0,5 \text{ m}}{4,5 \text{ m}}\right)^2 = 47 \frac{\mu\text{Sv}}{\text{h}} \quad (1p)$$

b) Ur figuren fås den lineära dämpningen (absorptionskoefficienten)  $\mu = 100 \text{ m}^{-1}$  (0,5p)

Absorptionslagen (0,5p):  $I = I_0 e^{-\mu x} \implies$

$$\dot{H} = \dot{H}_0 e^{-\mu x} \implies$$

$$x = -\frac{1}{\mu} \ln \frac{\dot{H}}{\dot{H}_0} = -\frac{1}{100 \text{ m}^{-1}} \ln \frac{10 \mu\text{Sv/h}}{3800 \mu\text{Sv/h}} = 5,9 \text{ cm} \quad (0,5p)$$

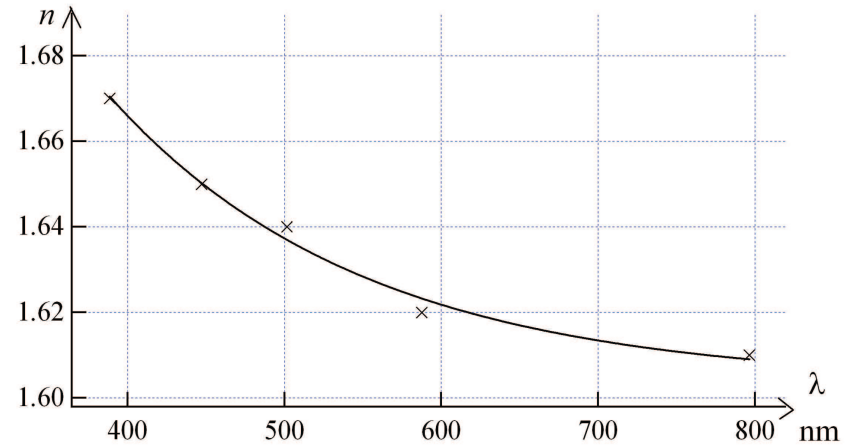
c) I närheten av en tung kärna (0,5p) kan en gammafoton med tillräckligt hög energi (0,5p) omvandlas till en elektron och dess antipartikel positronen (1p).

**Provet i fysik 11.3.2009. Modellsvar och poängsättning**

- 12 a) Vad menas med ljusets spektrum? (1 p.)  
 b) Jämför spektret från en glödlampa med spektret från ett gasurladdningsrör. (1 p.)  
 c) Hur uppstår ljusets spektrum i 1) ett gitter och 2) ett prisma, och på vilka fysikaliska fenomen grundar sig uppkomsten av dessa spektra? (2 p.)  
 d) Ett prisma av glas placerades i en spektrometer med vilken ljusstrålens riktning mycket noggrant kunde bestämmas. Ljusstrålen från ett gasurladdningsrör likriktades och fick vinkelrätt träffa prismet, varvid det delades upp i olikfärgade spektrallinjer, vars våglängder är kända. Då avläkningsvinkeln  $\theta$  för varje spektrallinje mättes fick man följande resultat:

$\lambda$ (nm)	388,7	447,2	501,6	587,6	706,5
$\theta$	30,25°	29,00°	28,35°	27,15°	26,55°

Beräkna glasets brytningsindex för de olika våglängderna och rita upp den ifrågasvarande glaskvalitetens dispersionskurva  $n = n(\lambda)$ . Prismats brytande vinkel är  $\phi = 32^\circ$ . (5 p.)



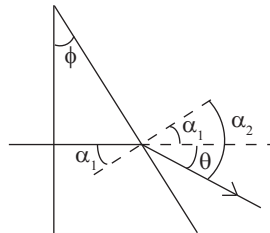
Figur (2p)

- a) Med ljusets spektrum menas ljusets intensitet som funktion av våglängden (frekvensen) (1p).  
 b) Glödlampans spektrum är kontinuerligt (0,5p). Gasurladdningsrörets spektrum är ett linjespektrum (0,5p).  
 c) 1) Ljusvågornas interferens (0,5p). Då en ljusvåg går genom ett gitter böjs ljuset, dvs. det är fråga om diffraktion. Ljus med den längsta våglängden böjs mest (0,5p).  
 2) Brytningsindexet för materialet i prismet beror av ljusets våglängd (0,5p). Då ljuset går genom prismet bryts ljusstrålen vid båda gränssytorna, ljus med kort våglängd bryts mest (0,5p).  
 d) Ur figuren  $\alpha_1 = \phi = 32^\circ$ ,  $\alpha_2 = \alpha_1 + \theta$ .  
 Ur brytningslagen (0,5p), då brytningsindexet för luft  $n_l = 1,00$ .

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_l}{n_i} \implies n_i = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} \quad (0,5p)$$

våglängd	brytningsindex
388,7 nm	$\frac{\sin(32^\circ + 30,25^\circ)}{\sin 32^\circ} = 1,67$
447,2 nm	$\frac{\sin(32^\circ + 29,00^\circ)}{\sin 32^\circ} = 1,65$
501,6 nm	$\frac{\sin(32^\circ + 28,35^\circ)}{\sin 32^\circ} = 1,65$
587,6 nm	$\frac{\sin(32^\circ + 27,15^\circ)}{\sin 32^\circ} = 1,65$
796,5 nm	$\frac{\sin(32^\circ + 26,55^\circ)}{\sin 32^\circ} = 1,65$

Tabellen (1p)



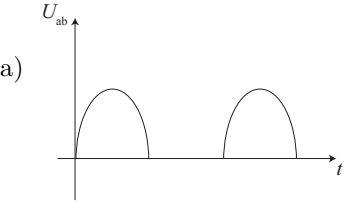
Figur och vinklarna rätt (1p)

**Tilläggsanvisningar för poängsättningen:**

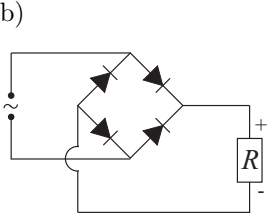
- a)  $I = I(\lambda)$  förutsättning för poäng, t.ex. olika färger/våglängder 0p/1p.
- b) absorptionslinjer i gasurladdningsröret duger ej.
- c) 1) brytning, 0p/1p.
- d) Om  $n_i < 1$ , max 2p/5p.

**Provet i fysik 11.3.2009. Modellsvar och poängsättning**

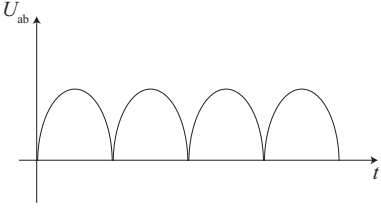
- 13 a) Rita upp den principiella grafen för spänningen  $U_{ab}$  i vidstående koppling. (1p.)  
 b) Rita upp en koppling, i vilken likriktningen förverkligas med diodkopplingen i vidstående figur. Rita upp grafen för den spänning man på detta sätt erhåller. (2p.)  
 c) Vad menas med en p-typs och en n-typs halvledare? (2p.)  
 d) Förklara diodens funktion genom att granska pn-övergången. (4p.)



Grafen (1p)



Figuren (1p)

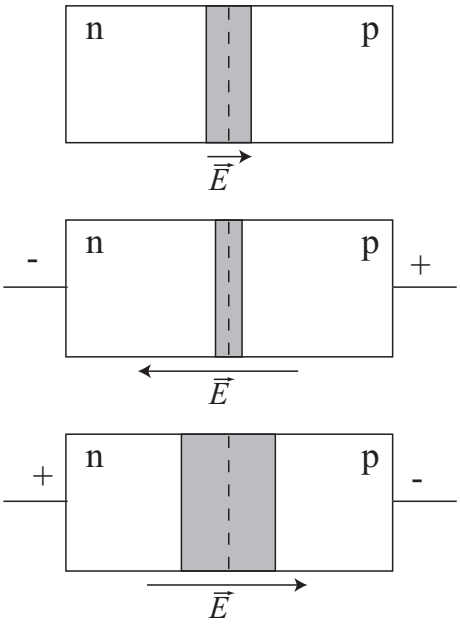


Grafen (1p)

c) I n-typs halvledare fungerar negativa elektroner som laddningsbärare (0,5p). I halvledare från grupp 14 i periodiska tabellen (t.ex. kisel) blandas ett grundämne från grupp 15 (0,5p) (t.ex. fosfor), varvid det för varje tillagd dopatom tillförs en fri ledningselektron.

I p-typs halvledare fungerar positiva hål som laddningsbärare (0,5p). I halvledare från grupp 14 blandas ett grundämne från grupp 13 (0,5p) (t.ex. bor), varvid det för varje tillagd dopatom uppstår ett tomt elektrontillstånd i valensbandet.

d) Uppkomsten av spärrskiktet: Då majoritetsladdningsbärarna (hål i p-typ och elektroner i n-typ) diffunderar (0,5p) över gränsskiktet mellan halvledartyperna och rekombinerar (ett hål fylls av en ledningselektron) (0,5p) uppstår ett överskott av negativ laddning på p-sidan och positiv laddning på n-sidan i närheten av gränsskiktet. Detta leder till att ett elfält (0,5p) och en tröskelspänning (0,5p) uppstår i närheten av gränsskiktet.



Ur figurerna bör diodens pass- och spärrriktningar framgå, samt hur spärrskiktets bredd minskar och ökar i dessa två situationer (1p+1p).

**Tilläggsanvisningar för poängsättningen:**

- a) Låd- eller triangelpotentialer 0p/1p.
- b) En vettig belastande komponent, eller +/-, krävs på likströmssidan.