



PROVET I FYSIK 11.3.2015 BESKRIVNING AV GODA SVAR

De beskrivningar av svarens innehåll och poängsättningar som ges här är inte bindande för studentexamenrådets 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 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 gymnasiet 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.

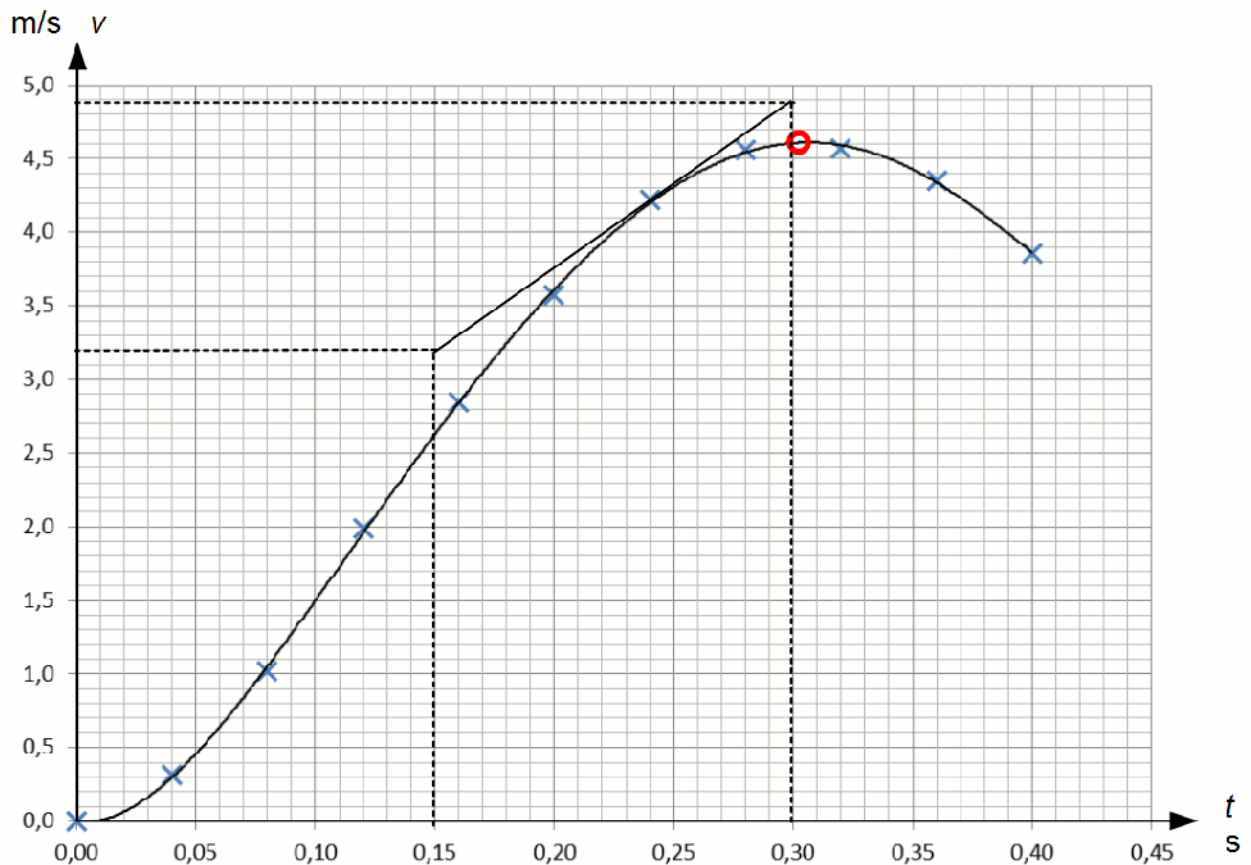
Uppgift 1

De rätta positions-hastighetsparen: $\left| \begin{array}{c|c|c|c|c|c} a & b & c & d & e & f \\ \hline 5 & 4 & 7 & 1 & 2 & 6 \end{array} \right|$

1 poäng / punkt

Uppgift 2

a)



Grafen 3 p.

b) Punkten där grodans banhastighet är störst har markerats i grafen med en röd cirkel.

1 p. då punkten är inritad i grafen mellan de rätta datapunkterna.

c) Den momentana accelerationen vid tidpunkten 0,24 s är riktningskoefficienten för hastighetsgrafens tangent vid denna tidpunkt. 1 p. (tangentlinjen är utritad)

Riktningskoefficienten bestäms med hjälp av två punkter på tangentlinjen.

$$a(0,24 \text{ s}) = \frac{(4,9 - 3,2) \text{ m/s}}{(0,30 - 0,15) \text{ s}} = 11,333333 \text{ m/s}^2 \approx 11 \text{ m/s}^2$$

1 p.

Uppgift 3

- a) Vattnets temperatur sjunker under en timme med $1,2\text{ }^\circ\text{C}$. Vattnets densitet antas vara jämnt 1 kg/L . Då temperaturen sjunker är värmets som överförs från vattnet till omgivningen

$$Q = cm\Delta T = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}} \cdot 45,0\text{ kg} \cdot (37,0 - 35,8)^\circ\text{C} = 226260\text{ J} \approx 226\text{ kJ} . \quad 2\text{ p.}$$

- b) För att vattnets temperatur ska hållas konstant bör man under en timme överföra värmets Q till vattnet. Uppvärmningseffekten i medeltal är

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{226260\text{ J}}{3600\text{ s}} = 62,85\text{ W} \approx 62,9\text{ W} . \quad 2\text{ p.}$$

- c) Vid dragkedjan finns inget isolerande material. Ett blixtlås av metall leder värme bra och dess värmekapacitet är låg, och därmed stiger dess temperatur lätt till temperaturen inne i sovsäcken. 2 p.

Uppgift 4

- a) Luftens brytningsindex är $1,00$, alltså mindre än hornhinnans brytningsindex $1,38$. Då ljusstrålen framskrider genom gränssytan från ett optiskt tunnare till ett optiskt tätare ämne bryts strålen mot ytnormalen. På detta sätt formar hornhinnan en reell bild av det avlägsna föremålet på näthinnans område för skarp syn, som är ca $2,5\text{ cm}$ från gränssytan. Ljusets brytningsvinkel fås ur brytningslagen

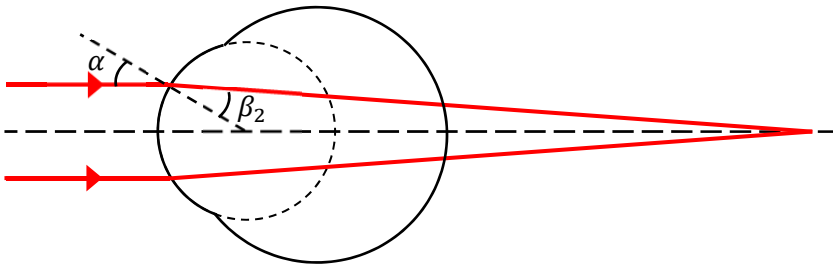
$$\begin{aligned} n_1 \cdot \sin \alpha &= n_2 \cdot \sin \beta_1 \\ \sin \beta_1 &= \frac{1,00}{1,38} \sin \alpha \approx 0,72 \cdot \sin \alpha \end{aligned}$$

Då ljusstrålen kommer från vattnet till hornhinnan, bryts strålen också i det fallet mot ytnormalen, eftersom vattnets brytningsindex $1,33$ är mindre än hornhinnans. Vattnets brytningsindex är dock betydligt större än luftens brytningsindex, och ljusstrålen bryts därför betydligt mindre än när den kommer från luft in i ögat. Brytningsvinkeln fås ur brytningslagen

$$\sin \beta_2 = \frac{1,33}{1,38} \sin \alpha \approx 0,96 \cdot \sin \alpha$$

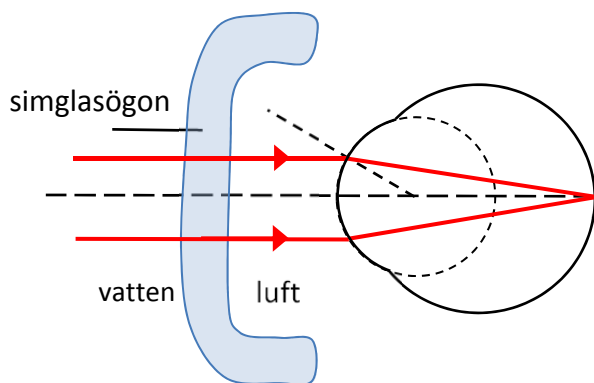
Med hjälp av brytningslagen kan man konstatera att brytningsvinkeln när ljuset kommer från vattnet till ögat är mycket nära infallsvinkeln, så att ljusstrålarna inte skär varandra på näthinnan. 2 p.

På grund av detta formas ingen skarp bild av det avlägsna föremålet, som figuren nedan visar. Därmed ser en människa inte skarpt avlägsna föremål i vattnet.



1 p.

Då man använder simglasögon i vatten finns det ett tunt lager luft framför ögat, vilket möjliggör skarpt seende. Då motsvarar situationen den som framställts i figuren på uppgiftspappret, där ögat är i luft.



1 p.

- b) En konkav glasögonlins sprider ljusstrålar från avlägsna föremål, så att bilden i ögat formas längre bort än utan glasögon. Utan glasögon formas bilden av det avlägsna föremålet framför näthinnan, och därför ser inte en närsynt person avlägsna föremål skarpt. Det beror på att en närsynt persons ögonglob är för lång, dvs. näthinnans område för skarpt seende är alltför långt från hornhinnans yta i förhållande till ögats brytningsförmåga.

Hornhinnans krökningsradie måste ändras så att bilden hamnar längre bort efter den korrigerande operationen än före den. Det åstadkoms genom att hornhinnans konvexitet minskas, dvs. man ökar på krökningsradien.

2 p.

(Om krökningsradien minskas, blir ytan mera konvex och bilden hamnar närmare gränsytan och längre från näthinnan. För att korrigera en långsynt persons brytningsfel genom operation måste krökningsradien minskas.)

Uppgift 5

- a) Friktionsväxelverkan mellan tråden och friktionsbromsen verkar lika kraftigt på båda, och därför är krafterna som verkar på båda (friktionskraften och dess reaktionskraft) lika stora. Under experimentens gång är dessa krafter de enda som ändrar på vagnarnas rörelsetillstånd.

Kraften som verkar på vagn A beräknas.

$$\text{Newton II: } F = ma$$

Medelaccelerationen för vagn A fås genom att man anpassar en linje till uppgiftspapprets hastighetsgraf för vagn A under tiden 0 s–0,8 s och genom att bestämma linjens riktningskoefficient med hjälp av två punkter som avlästs från linjen.

$$a_A = \frac{(0,80 - (-0,19)) \text{ m/s}}{(0,80 - 0,00) \text{ s}} = 0,35625 \text{ m/s}^2$$

Friktionskraften med vilken friktionsbromsen verkar på tråden:

$$F_\mu = m_A a_A = 0,222 \text{ kg} \cdot 0,35625 \text{ m/s}^2 = 0,0790875 \text{ N} \approx 0,079 \text{ N}$$

2 p.

- b) Enligt Newtons III:e lag är kraften som verkar på vagn B till absolutbeloppet lika stor som kraften som verkar på vagn A, men motsatt riktad.

$$-F_\mu = m_B a_B$$

Accelerationen för vagn B fås på motsvarande sätt som accelerationen för vagn A.

$$a_B = \frac{(0,18 - 0,34) \text{ m/s}}{(0,80 - 0,00) \text{ s}} = -0,2 \text{ m/s}^2$$

Vagn B:s massa:

$$m_B = \frac{-F_\mu}{a_B} = \frac{-0,0790875 \text{ N}}{-0,2 \text{ m/s}^2} = 0,3954375 \text{ kg} \approx 0,40 \text{ kg}$$

2 p.

Massan kan också bestämmas med hjälp av lagen om rörelsemängdens bevarande.

- c) Eftersom ingen yttre kraft ändrar vagnarnas rörelse, bevaras systemets rörelsemängd. Därmed framskrider vagnarnas gemensamma masscentrum med konstant hastighet, som är densamma som vagnarnas gemensamma hastighet v_{AB} innan fjädern utlöses. Då inbromsningen upphör vid tidpunkten $t = 0,97 \text{ s}$ är vagnarnas hastigheter lika stora, $v_A = v_B = 0,16 \text{ m/s}$, som även är hastigheten för systemets massmedelpunkt. Således är $v_{AB} = 0,16 \text{ m/s}$.

2 p.

Uppgift 6

a) Jordklotets banradie	$s = 149,597 \cdot 10^9 \text{ m}$	
Jordklotets massa	$m = 5,9737 \cdot 10^{24} \text{ kg}$	
Jordklotets radie	$r = 6,371 \cdot 10^6 \text{ m}$	
Omloppstid kring solen	$T = 365 \text{ d}$	
Jordklotets medelhastighet på banan	$v = 29,78 \text{ km/s}$	
Perioden för rotation kring egen axel	$t = 24 \text{ h}$	1 p.

I den situation som uppgiften gäller är banhastigheten konstant, eftersom gravitationskraften som verkar på jorden hela tiden är riktad mot banans medelpunkt och därmed alltid är vinkelrät mot banan. Därför kan gravitationskraften inte förändra storleken på jordens banhastighet.

Banrörelsens kinetiska energi:

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot 5,9737 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot (29780 \text{ m/s})^2 = 2,6488831 \cdot 10^{33} \text{ J} \approx 2,65 \cdot 10^{33} \text{ J}$$

1 p.

Rotationsenergin:

$$\begin{aligned} E_R &= \frac{1}{2}J\omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} \cdot mr^2 \cdot \left(\frac{2\pi}{t}\right)^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} \cdot 5,9737 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot (6,371 \cdot 10^6 \text{ m})^2 \cdot \left(\frac{2\pi}{24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}}\right)^2 \\ &= 2,5646073 \cdot 10^{29} \text{ J} \approx 2,56 \cdot 10^{29} \text{ J} \end{aligned}$$

1 p.

- b) Jordklotets mekaniska totalenergi består av gravitationens potentialenergi och den kinetiska energin för banrörelsen och rotationen. 1 p.

På en cirkelbana runt solen är potentialenergin konstant

$$E_p = -\gamma \frac{mM}{r},$$

där m är jordklotets massa, M solens massa, r cirkelbanans radie och γ gravitationskonstanten. 1 p.

Cirkelbanan orsakas av solens gravitationskraft, som enligt Newtons II:a lag orsakar jordens normalacceleration $\vec{F} = m\vec{a}_n$, där storleken på normalaccelerationen är

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

och gravitationskraftens belopp är

$$F = \gamma \frac{mM}{r^2}.$$

Jordklotets kinetiska energi på omloppsbanan är

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mra_n = \frac{1}{2}mr\frac{F}{m} = \frac{1}{2}\gamma\frac{mM}{r},$$

varvid

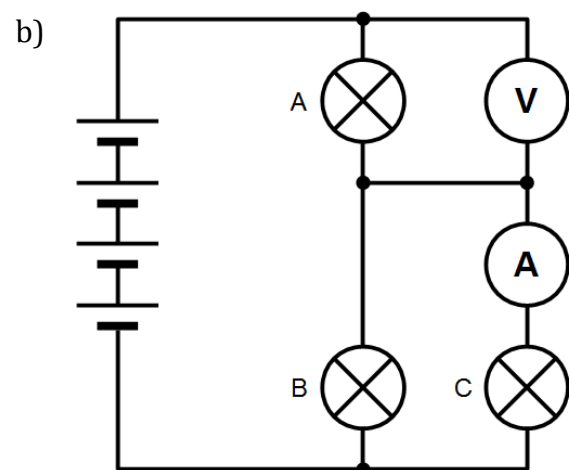
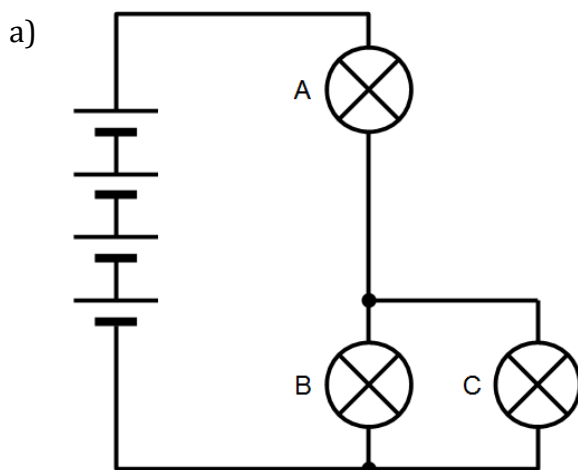
$$E_p = -2E_k.$$

Den mekaniska totalenergin är

$$\begin{aligned} E &= E_p + E_k + E_R = -E_k + E_R \\ &= -2,6488831 \cdot 10^{33} \text{ J} + 2,5646073 \cdot 10^{29} \text{ J} \\ &= -2,6486267 \cdot 10^{33} \text{ J} \approx -2,65 \cdot 10^{33} \text{ J}. \end{aligned}$$

1 p.

Uppgift 7



a)

– De korrekta komponentsymbolerna används och ledningarnas kopplingar är utmärkta eller syns tydligt. 1 p.

– Batterierna är seriekopplade. 1 p.

– Lamporna B och C är parallellkopplade. 1 p.

– Lampan A är inritad korrekt i förhållande till batteriernas polaritet. 1 p.

Även ett på annat sätt ritat kopplingsschema godkänns, bara det är korrekt.

b)

– Strömmätaren är inritad i serie med lampa C. 1 p.

– Spänningsmätaren är inritad parallellt med lampa A. 1 p.

Uppgift 8

a) Havsvatten innehåller lika stora mängder positiva som negativa joner. Spänningen ger upphov till ett elektriskt fält som får jonerna att röra på sig. Elström är jonernas rörelse. 1p.

b) Motorns dragkraft skapas av växelverkan mellan magnetfältet och de joner som är i rörelse. Då det flyter en ström I mellan elektroderna utsätts jonerna för en magnetisk kraft, som är lika stor för positiva som negativa joner. 1p.

Totalkraften som verkar på de laddningsbärande jonerna är $F = IlB$ och den är parallell med havsvattnets strömningsriktning. 1p.

På motsvarande sätt utsätts båten enligt Newtons III:e lag för en lika stor men motsatt riktad reaktionskraft. 1 p.

c) Då strömmen mellan elektroderna är I , utsätts jonerna för den magnetiska kraften

$$F = IlB = 700 \text{ A} \cdot 0,30 \text{ m} \cdot 15 \text{ T} = 3150 \text{ N} \approx 3,2 \text{ kN}$$

Dragkraften på båten är lika stor. 2 p.

Uppgift 9

- a) Vid absorption mottar kvartskristallen fotonens energi, som bör motsvara skillnaden i energi för övergången från ett bälte till ett annat. Förhållandet mellan fotonenergin och strålningens våglängd är $\Delta E = \frac{hc}{\lambda}$, som ger $\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$.

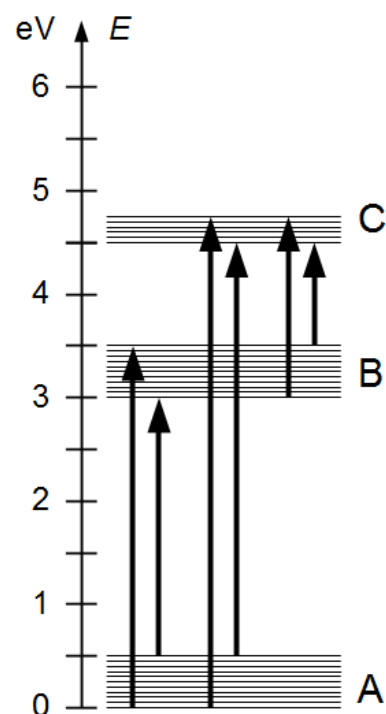
1 p.

Absorptionen A→B: fotonernas energier är 2,50 eV – 3,50 eV, vilket motsvarar våglängderna 354 nm – 496 nm.

Absorptionen A→C: fotonernas energier är 4,00 eV – 4,75 eV, vilket motsvarar våglängderna 261 nm – 310 nm.

Absorptionen B→C: fotonernas energier är 1,00 eV – 1,75 eV, vilket motsvarar våglängderna 709 nm – 1240 nm.

1 p.



Vid emission övergår strukturen till ett lägre energitillstånd och skickar samtidigt en foton, vars energi motsvarar energiskillnaden för en förflyttning från bälte B eller C till bälte A.

1 p.

Då är den emitterade strålningens våglängd 354 nm – 496 nm eller 261 nm – 310 nm.

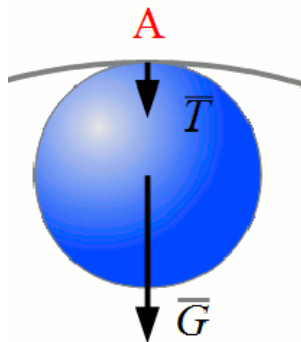
1 p.

- b) I emissionspektret syns inte linjer som motsvarar enskilda övergångar, utan två enhetliga band, av vilka det ena täcker våglängderna 354 nm – 496 nm och det andra 261 nm – 310 nm.

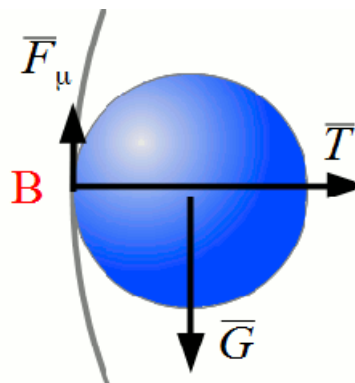
2 p.

Uppgift 10

a)



I punkt A verkar kulans tyngd \vec{G} och stödskraften från banan \vec{T} på kulan. I gränsfallet är $\vec{T} = \vec{0}$.



I punkt B verkar kulans tyngd \vec{G} , stödskraften från banan \vec{T} och friktionskraften \vec{F}_μ på kulan.

1 p.+1 p.

b) Kulans totalenergi bevaras, dvs. summan av potentialenergin, rörelseenergin och rotationsenergin förändringar är noll. I startläget är $v = 0, \omega = 0$.

$$\Delta E_P + \Delta E_K + \Delta E_R = 0$$

$$mg\Delta y + \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J\omega^2 = 0 \quad (1)$$

$$\text{Rullningsvillkoret: } \omega = \frac{v}{r} \quad (2)$$

2 p.

I punkt A i gränsfallet är stödskraften mellan banan och kulan noll och kulans tyngd orsakar ensam cirkelrörelsens normalacceleration.

Enligt Newtons II:a lag:

$$G = ma_n$$

$$mg = m \frac{v^2}{\rho}, \text{ där } \rho \text{ är banradien för kulans tyngdpunkt: } \rho = R - r.$$

$$\text{Man erhåller } v^2 = (R - r)g \quad (3)$$

1 p.

Genom att insätta tröghetsmomentet för en solid sfär $J = \frac{2}{5}mr^2$, (2) och (3) i uttrycket (1) får man

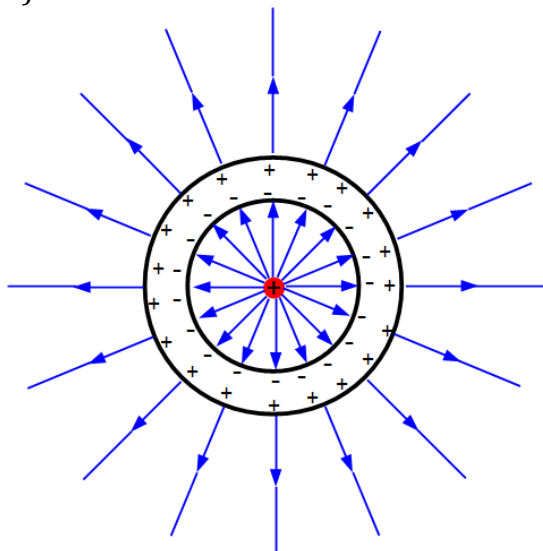
$$mg \cdot (2(R - r) - h) + \frac{1}{2}m(R - r)g + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5}mr^2 \cdot \frac{(R-r)g}{r^2} = 0$$

$$h = \frac{27}{10}(R - r)$$

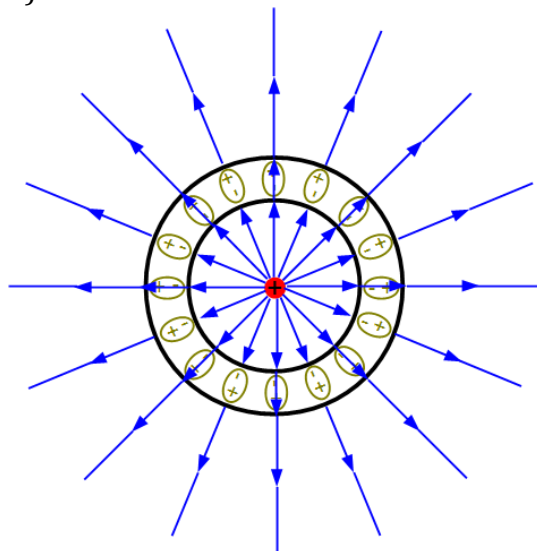
1 p.

Uppgift 11

a)



b)



3 p. / korrekt figur

Det ledande sfäriska skalets inre yta är negativt laddad, dess yttre yta positivt laddad och summan av laddningarna i skalet är noll. Isolatorn polariseras, vilket försvagar fältet.

Fältstyrkeriktningen är från positivt till negativt. Det finns lika många fältlinjer utanför som innanför. Inne i det ledande skalet finns det inga fältlinjer. Inne i det isolerande skalet finns det färre fältlinjer än utanför.

Uppgift +12

a) Ångtryck vid temperaturen 25 °C

1 p.

b) När ventilen är stängd är gas- och vätskefasen i flaskan i jämvikt, och den mättade ångans tryck i flaskan beror på den rådande temperaturen. Då ventilen öppnas frigörs gas, varvid trycket i flaskan strävar efter att sjunka, vilket får vätskan i flaskan att börja koka.

2 p.

c) Den mättade ångans tryck och därmed även gasstrålens styrka beror bara på temperaturen, inte på mängden vätska i flaskan.

2 p.

d) Då en konstant mängd gas släpps ut, förångas även en konstant mängd vätska i flaskan. Förångning av vätskan kräver en konstant mängd energi och vätskans inre energi sjunker med motsvarande mängd. Minskningen av den inre energin leder till att temperaturen sjunker. Ju mindre vätska det finns, desto större är sänkningen i temperaturen då vätskan avger en viss mängd värmeenergi.

2 p.

e) Gasen kan kondenseras till vätska genom komprimering, förutsatt att temperaturen är under den kritiska punkten. Luft består nästan uteslutande av kväve och syre. Av tabellen framgår att rumstemperaturen ligger högt ovanför dessa gasers kritiska temperaturer. Därför kan luft inte packas vid rumstemperatur i ett tryckkärl så att kärlet också skulle innehålla luft i vätskefas. För tetrafluoretan lyckas packandet, eftersom rumstemperaturen är lägre än gasens kritiska temperatur.

2 p.

Uppgift +13

a) Partikelfysikens standardmodell beskriver materiens struktur och växelverkningar på fundamentala partiklars och fundamentala växelverkningars nivå. Modellens utgångspunkt är de observerade symmetrierna och konserveringslagarna.

Fundamentala partiklar: Enligt standardmodellen består materien av fundamentala partiklar, som är kvarkar och leptoner. Allt som allt finns det sex olika typer av kvarkar (u, d, s, c, b och t) och likaså finns det sex typer av leptoner (e , ν_e , μ , ν_μ , τ , ν_τ). Vidare ingår i partikelfysikens standardmodell kvarkarnas och leptonernas antipartiklar. Enligt standardmodellen indelas materiens fundamentala partiklar i tre familjer, vilka är elektronens, myonens och τ -leptonens familjer. I varje familj ingår det fyra fundamentala partiklar, två kvarkar och två leptoner.

2 p.

b) Fundamentala växelverkningar: Partikelfysikens standardmodell beskriver de fundamentala växelverkningarna mellan de fundamentala partiklarna. Dessa är elektromagnetisk växelverkan, stark växelverkan och svag växelverkan. Den fjärde fundamentala växelverkan, dvs. gravitationen, ingår inte i standardmodellen. Standardmodellen förklarar de fundamentala växelverkningarna med hjälp av kraftbärande partiklar. Den elektromagnetiska växelverkningens kraftbärande partikel är fotonen (γ), den starka växelverkans gluonen (g), och den svaga växelverkans kraftbärande partiklar är mellanbosonerna (W^+ , W^- och Z^0).

2 p.

c) I standardmodellen förklaras partiklarnas massor med hjälp av Higgs fält. Higgs fält fyller hela rymden och växelverkar med partiklarna. Den tröghet för partiklarna som följer av detta kallar vi för massa. Modellen förutspår en ny partikel, dvs. Higgs boson, som man redan fått experimentella indikationer för med partikelacceleratorer.

2 p.

d) Att undersöka neutriner är svårt framförallt för att de växelverkar bara via svag växelverkan. På grund av detta kan man inte observera dem med ordinära partikeldetektorer, där sannolikheten för växelverkan är försvinnande liten. Utan växelverkan kan en partikel inte observeras. En liten del av neutrinerna kan dock observeras med mycket stora partikeldetektorer. 1 p.

Att undersöka Higgs partikel är svårt speciellt av två orsaker: För det första är massan för Higgs partikel så stor, mer än hundrafaldig jämfört med protonens massa, att produktionen är möjlig bara med de mest högenergetiska partikelacceleratorerna (i enlighet med Einsteins formel $E = mc^2$). 1 p.

För det andra produceras Higgs partikel i partikelacceleratorer ytterst sällan vid sidan om mera ordinära partiklar i partikelkollisioner. Således är det en utmaning att hitta signalen i den stora mängden data. 1 p.