

NTI gymnasiet
Teknikprogrammet

22 maj 2019

Studieguide
Fysik 1

Handledare
Magnus Silverdal

Innehåll

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Grundläggande matematiska kunskaper | 1 |
| 2 | Laborativa kunskaper | 1 |
| 3 | Avsnitt för avsnitt | 2 |
| 3.1 | Rörelse | 2 |
| 3.1.1 | Exempeluppgift | 2 |
| 3.2 | Kraft | 3 |
| 3.2.1 | Exempeluppgifter | 3 |
| 3.3 | Energi och rörelsemängd | 4 |
| 3.3.1 | Energi och arbete | 4 |
| 3.3.2 | Rörelsemängd | 4 |
| 3.3.3 | Exempeluppgift | 4 |
| 3.4 | Tryck | 5 |
| 3.4.1 | Exempeluppgift | 5 |
| 3.5 | Värme | 6 |
| 3.5.1 | Exempeluppgift | 6 |
| 3.6 | Elektricitet | 7 |
| 3.6.1 | Exempeluppgifter | 8 |
| 3.7 | Relativitetsteori | 9 |
| 3.7.1 | Exempeluppgift | 9 |
| 3.8 | Kärnfysik | 10 |
| 3.8.1 | Exempeluppgift | 10 |

1 Grundläggande matematiska kunskaper

I fysik används matematik genomgående för att beskriva och förklara de fenomen som studeras. Matematiken är också det färmsta verktyget för att lösa problem. Den i särklass viktigaste matematiska kunskapen, bortsett från aritmetik (att kunna räkna), är algebra. Ni förvänta kunna lösa ut variabler ur uttryck i alla olika former. Exempelvis ska ni kunna lösa resistanserna ur sambandet för en parallellkoppling

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (1)$$

lösa ut tiden t ur formeln för aktivitet (utnyttja logaritmlagarna)

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_0}} \quad (2)$$

komposantuppdelar en vektor med trigonometri

$$F_x = F \cos \alpha \quad (3)$$

$$F_y = F \sin \alpha \quad (4)$$

eller bestämma tiden ur (lösa andragradsekvationer)

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (5)$$

Det är också viktigt att kunna räkna med 10-potenser på rätt sätt och att kunna använda och förstå prefixen (de finns på första sidan i formelsamlingen).

Att hantera värdesiffror rätt är ofta en del av uppgifterna. Tumregeln är enkel: Svaret ska inte ha fler värdesiffror än det finns i uppgiftstexten. Det tal som har minst antal värdesiffror styr. Enda oklarheten är avslutande nollor (som i 2500) enklast är att tolka det som 4 värdesiffror. Avrunda aldrig innan beräkningen är avslutad och om ett tidigare uträknat svar ska användas i en annan uppgift så utgå från det icke avrundade värdet.

2 Laborativa kunskaper

I det laborativa arbetet ska ni kunna planera, genomföra, analysera och redovisa praktiska experiment. Planeringen ska vara tydlig och lätt att följa och ni ska se till att resultatet blir säkert med tillräckligt många mätvärden (minst 5 för regression) och en plan för att undvika eller minimera mätfel. I analysen är det viktigt att ni utreder sambandet genom att utföra regressionsanalys samt att undersöka och jämföra resultatet med de teoretiska modellerna. Om sambandet mellan ström och spänning är $I = k \cdot U$ måste ni se vad k är både till storlek och enhet för att kunna jämföra det med det teoretiska resultatet $I = \frac{U}{R}$. Är $k = \frac{1}{R}$? Är enheten Ohm? I redovisningen är det viktigt att alla tabeller och grafer är korrekta med rätt enheter och gradering, tänk också på att den beroende variabeln ska vara på y-axeln och den oberoende variabeln på x-axeln.

3 Avsnitt för avsnitt

3.1 Rörelse

För att beskriva ett föremåls rörelse används position (sträcka), hastighet, acceleration och tid. Definitioner och sambanden mellan dess ska ni känna till. Det är också viktigt att förstå begreppen medel- och momentan-. Ett praktiskt sätt att visa en rörelse är med hjälp av ett diagram. Ni ska kunna titta på s-t-, v-t- och a-t-diagram och läsa ut all den information som finns där. T.ex i ett v-t-diagram är sträckan arean under grafen (intergalen) och accelerationen är lutningen på kurvan (derivatan).

Ni ska kunna lösa problem för fallet med konstant acceleration då följande samband gäller

$$v = v_0 + at \quad (6)$$

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (7)$$

Ett specialfall för rörelse med konstant acceleration är fritt fall. Då är accelerationen på grund av gravitationen $a = g = 9.82$

3.1.1 Exempeluppgift

En skidåkare rör sig med 7,5 m/s. När hon når en nerförsbacke börjar hon accelerera med 2,3 m/s².

1. a) Hur lång tid tar det innan hastigheten är 55 km/h?
2. b) Hur långt har skidåkaren färdats efter 3,0 sekunders färd nerför backen?
3. c) Hur hög hastighet har skidåkaren i slutet av backen om den är 59 meter lång och vi kan anta att accelerationen är konstant.

3.2 Kraft

Newton kom fram till att det som styr en rörelse är kraft. Krafter är vektorer och behandlas matematiskt enligt de regler som gäller för vektorer. Newtons tre lagar är grunden för den klassiska fysikens mekanik. En resulterande kraft som inte är noll ger upphov till en acceleration. Ni ska kunna använda Newtons tre lagar, räkna med vektorer och använda de krafter som beskrivs i avsnittet: tyngdkraft, normalkraft, friktionskraft, gravitationskraft och fjäderkraft.

$$F_g = mg \quad (8)$$

$$F_N = mg \cos \alpha \quad (9)$$

$$F_{fr} = \mu F_N \quad (10)$$

$$F_G = G \frac{Mm}{r^2} \quad (11)$$

$$F_f = kx \quad (12)$$

3.2.1 Exempeluppgifter

1. Drömbilen Ferrari Enzo väger 1550 kg och har en motor med effekten 657 hk och en maxhastighet på 350 km/h. Den accelererar från 0-200 km/h på 9,5 s med en 70 kg tung förare. Inbromsningen till stillastående igen tar 4,7 s.
 - a) Hur stor är medelaccelerationen?
 - b) Vilken genomsnittlig resulterande kraft verkar på föraren under accelerationen?
 - c) Vilken genomsnittlig resulterande kraft verkar på föraren under retardationen?
2. En pulka glider nerför en backe med lutningen 12 grader. Friktionstalet mellan pulkan och snön är 0,058. Bestäm pulkans acceleration.

3.3 Energi och rörelsemängd

3.3.1 Energi och arbete

Ni ska känna till begreppen energi och arbete samt kunna använda kopplingen mellan kraft, arbete och energiändring för att lösa problem

$$W = Fs = \Delta E \quad (13)$$

Ni ska kunna använda mekaniska energi, fördelad på rörelseenergi och lägesenergi, för att lösa problem

$$E = E_k + E_p = \frac{mv^2}{2} + mgh \quad (14)$$

Energiprincipen säger att energin bevaras så om ingen energi omvandlas till värme via friktion så bevaras den mekaniska energin.

3.3.2 Rörelsemängd

När kraften verkar under en tid istället för under en sträcka, t.ex vid kollisioner, är rörelsemängd och impuls ett bättre sätt att modellera vad som händer.

$$p = mv \quad (15)$$

$$F\Delta t = \Delta p = mv_2 - mv_1 \quad (16)$$

Rörelsemängden är en storhet som bevaras och det gör att ni kan räkna på kollisioner där den mekaniska energin inte bevaras eftersom energin i kollisionen omvandlas till värme och ljud. Beroende på kollisionens karaktär finns olika modeller. En elastisk stöt är en kollision där rörelseenergin och rörelsemängden bevaras. I en oelastisk stöt bevaras inte energin och i en fullständigt oelastisk stöt fastnar föremålen i varandra och energin bevaras inte. I alla stötar bevaras rörelsemängden.

3.3.3 Exempeluppgift

När Daniela kör sin Toyota Avensis i 90 km/h och släpper gasen så hinner den rulla 146 m innan hastigheten sjunkit till 80 km/h på plan väg.

- Använd denna information för att beräkna den genomsnittliga bromskraften på bilen om bilen väger 1,5 ton.
- Skulle det ta kortare eller längre tid för hastigheten att sjunka från 80 km/h ner till 70 km/h? Motivera ditt svar.

3.4 Tryck

Tryck är en beskrivning av hur en kraft verkar på en yta. Ni ska känna till definitionen $p = F/A$ och kunna beräkna vilket tryck en kraft ger upphov till. Nu ska också kunna beräkna vätsketryck, $p = \rho gh$, och förstå vad lufttryck är. Arkimedes princip beskriver villkoret för hur trycket från en vätska ger lyftkraft på ett föremål och vad som avgör om något flyter (lyftkraften är större än tyngdkraften). Även om ett föremål inte flyter gör lyftkraften från vätskan ändå att den totala kraften på ett föremålet förändras, föremålet blir lättare.

I ett hydrauliskt system (i en instängd vätska) fördelas trycket jämt i vätskan och kraften kan förstärkas eller minskas om cylindrarnas areor är olika.

Ideala gaslagen

$$pV = nRT \quad (17)$$

beskriver sambandet mellan tryck, temperatur och volym. Kom ihåg att temperaturen mäts i Kelvin.

3.4.1 Exempeluppgift

Lufttrycket på Mars är ungefär 1 kPa. Tänk dig att man hittade vatten under ytan på Mars. Hur högt skulle man kunna suga upp det?

3.5 Värme

Värme är en energi och temperatur är ett mått på hur värme får molekylerna i ett ämna att röra sig. En förändring i energi får temperaturen att ändras enligt

$$E = cm\Delta T \quad (18)$$

där c är den specifika värmekapaciteten för just detta ämne.

När värme tillförs eller leds bort kan det göras genom tre olika processer

- Ledning
- Strömning
- Strålning

När temperaturen når smält eller kokpunkt sker en fasövergång. Då krävs det energi för att frigöra molekylerna i ämnet och värmeförändringar påverkar inte längre temperaturen. För smältning/stelning gäller $E = l_s m$ där l_s är smältentalpiteten och för fårångning/kondensering gäller $E = l_a m$ där l_a är ångbildningsvärmen. Ni ska kunna förstå och räkna på temperatur- och energiförändringar i fasövergångar och temperaturförändringar.

Ni ska också ha en grundläggande förståelse för hur tryck och temperatur driver vädersystem.

3.5.1 Exempeluppgift

I ett kraftvärmeverk används kallvatten för att kondensera vattenånga. Flödet är så snabbt att 15 kg vattenånga kondenseras av $1.0m^3$ kallvatten. Hur mycket varmare blir kallvattnet om ångan har temperaturen $100^\circ C$ och kallvattnet har temperaturen $12^\circ C$ från början?

3.6 Elektricitet

Elektriska laddningar ger upphov till en kraft som ges av

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \quad (19)$$

Denna kan användas med newtons lagar för att bestämma hur laddade partiklar rör sig. Den elektriska energin

$$E = QU \quad (20)$$

definierar egentligen begreppet spänning men kan också användas för att lösa problem med energiresonemang.

I en koppling gäller alltid Ohms lag och Kirchhoffs lagar.

$$U = RI \quad (21)$$

$$\sum_{i=0}^n I_i = 0, \text{ summan av alla strömmar i en punkt är } 0 \quad (22)$$

$$\sum_{i=0}^n U_i = 0, \text{ summan av alla potentialändringar i en sluten krets är } 0 \quad (23)$$

$$(24)$$

Ni ska också kunna utnyttja sambanden för serie och parallellkoppling för att analysera en krets.

$$\text{seriekoppling} \begin{cases} R_{tot} = R_1 + R_2 \\ I = I_1 = I_2 \end{cases} \quad (25)$$

$$\text{parallellkoppling} \begin{cases} \frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\ U = U_1 = U_2 \end{cases} \quad (26)$$

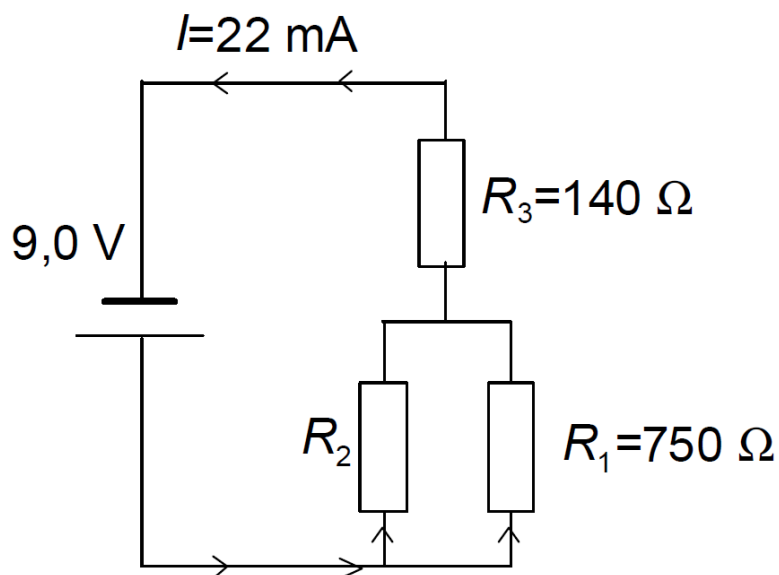
Den elektriska effekten definieras precis som vanligt av $P = \frac{E}{t}$ men eftersom strömmen I definieras av $I = \frac{Q}{t}$ och energin ges av ekvation 20 kan den elektriska effekten skrivas som

$$P = UI \text{ eller } P = RI^2 \quad (27)$$

På samma sätt som gravitationskraften ger upphov till ett kraftfält, gravitationsfältet, ger den elektriska kraften upphov till ett elektrisk fält $E = \frac{F}{Q}$. Om fältet är homogent (t.ex. fältet mellan två plattor när en spänning läggs över dem) kan fältet beräknas med $E = \frac{U}{d}$ där d är avståndet mellan plattorna.

3.6.1 Exempeluppgifter

1. Bestäm den okända resistansen och beräkna kretsens totala effektutveckling.



Figur 1: Kopplingsschema

2. I en gammal TV sänds elektroner från en elektronkanon mot skärmen. Vilken hastighet har elektronerna när de når skärmen om accelerationsspänningen är 10 kV?

3.7 Relativitetsteori

När två referenssystem rör sig reellt varandra och hastigheten är stor (mer än 10 % av ljushastigheten) kommer relativistiska effekter påverka hur tid och avstånd uppfattas. Gammafaktorn

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (28)$$

bestämmer hur stor förändringen blir. För att skilja den som observerar från det som mäts används index 0 på det som rör sig, om en observatör mäter hur lång tid något tar i ett flygplan som rör sig med hastigheten v mäter observatören t och t_0 är tiden som någon som åker med flygplanet. Sambandet ges av $t = \gamma t_0$. För längd gäller istället $l = \frac{l_0}{\gamma}$

Även energi påverkas av relativistiska effekter. Den totala energin ges av $E_{tot} = \gamma mc^2$. Rörelseenergin är skillnaden mellan den totala energin och viloenergin $E_0 = mc^2$

$$E_k = E_{tot} - E_0 \quad (29)$$

3.7.1 Exempeluppgift

Stjärnan Gliese 581 har tre planeter runt sig. Avståndet dit är 20 ljusår. Vi tänker oss att en astronaut åker dit och tillbaka med 80 av ljushastigheten. Astronautens tvilling stannar kvar på jorden.

- Vilken av l eller l_0 är 20 ljusår?
- Vem mäter t , t_0 , l respektive l_0 ?
- Hur lång tid tar det för astronauten att åka dit?
- Hur lång sträcka har astronauten då åkt?
- Hur mycket äldre än astronauten är astronautens tvilling vid hemkomsten?

3.8 Kärnfysik

Elektromagnetisk strålning är energi som överförs av fotoner. Beroende på våglängd eller frekvens kan det vara värme, ljus, radiosignaler eller gammastrålning. Sambandet mellan våglängd, frekvens och ljusets hastighet är $\lambda f = c$ och energin hos en foton ges av $E = hf$ där h är Plancks konstant.

Grundämnen förekommer i olika isotoper. Skillnaden mellan två olika isotoper är hur många neutroner som finns i kärnan. För isotopen av kol som innehåller 8 neutroner och 6 protoner kan skrivas antingen som C-14 eller ${}^{14}_6\text{C}$. Om en atomkärna är instabil kan den sönderfalla på olika sätt för att minska sin energi. Vilket sönderfall som en given isotop genomgår står i formelsamlingen. Ni ska kunna skilja mellan de olika kärnreaktionerna alfa- och beta-sönderfall, fission, fusion samt nukleonemission.

$$\alpha : {}^Z_AX \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{Z-4}_{A-2}Y + \text{energi} \quad (30)$$

$$\beta^+ : {}^Z_AX \rightarrow {}^Z_{A-1}Y + {}^0_1e + \nu_e + \text{energi} \quad (31)$$

$$\beta^- : {}^Z_AX \rightarrow {}^Z_{A+1}Y + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}_e + \text{energi} \quad (32)$$

$$\text{fission} : {}^Z_AX \rightarrow {}^{Z_y}_{A_y}Y + {}^{Z-Z_y}_{A-A_y}Z + \text{energi} \quad (33)$$

$$\text{fusion} : {}^{Z_x}_{A_x}X + {}^{Z_y}_{A_y}Y \rightarrow {}^{Z_x+Z_y}_{A_x+A_y}Z + \text{energi} \quad (34)$$

Nukleonemission innebär att protoner eller neutroner kastas ut från kärnan. Det kan också hända vid fissionsreaktioner (t.ex kastar uran-235 ut 3 neutroner när det sönderfaller i barium och krypton). Fortfarande måste laddning och antal kärnpartiklar bevaras på höger och vänster sida av reaktionen.

Hur snabbt en atomkärna sönderfaller bestäms av sönderfallskonstanten eller halveringstiden och dessa finns också i tabellerna. Aktivitet är hur många sönderfall som sker per sekund i ett prov (en viss mängd av ett ämne). När atomkärnorna sönderfaller minskar antalet atomer exponentiellt. Då avtar också aktiviteten eftersom det finns färre atomer som kan sönderfalla.

$$A = A_0 e^{\lambda t} = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{-\frac{t}{T_{1/2}}} \quad (35)$$

$$N = N_0 e^{\lambda t} = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{-\frac{t}{T_{1/2}}} \quad (36)$$

Veta sambanden för aktivitet, halveringstid och sönderfallskonstant. Veta vad som händer när strålning möter materia.

3.8.1 Exempeluppgift

1. Plutonium-241 kan sönderfalla både med α - och β^+ -sönderfall. Skriv sönderfallsformeln och beräkna hur stor energi som frigörs vid respektive sönderfall.
2. Tumörer omsätter mer glukos än andra celler i kroppen eftersom de arbetar hårt med att skapa nya celler. Det kräver mycket energi. Genom att fästa den radioaktiva isotopen F-18 på en glukosmolekyl, så kallat FDG (Fluoro Deoxy Glucose), har man ett spårämne som söker sig till tumörer. F-18 genomgår β^+ -sönderfall.

- a) Skriv reaktionsformeln.
- b) Beräkna den energi som frigörs.
- c) Hur många procent av ämnet finns kvar efter 1 dygn?
- d) Preparatet har från början aktiviteten 1,2 MBq. Hur många F-18 innehåller preparatet?