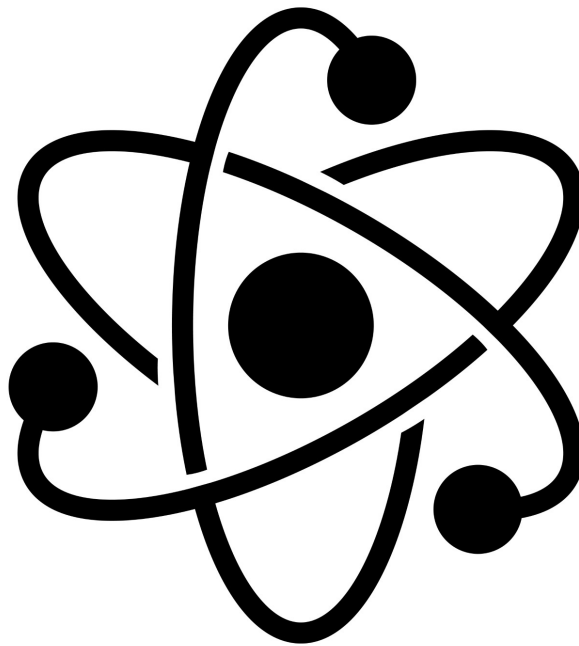


Sammanfattning - Fysik 1

Blackebergs Gymnasium

Marcell Ziegler - NA21D

5 december 2022



OBS! Alla siffror/referenser som verkar vara länkar är antagligen länkar.
Svåra/ogenomgångna matte-symboler borde också vara länkar som leder till förklaring,
dock endast för första uppkomsten per ekvation. Tryck gärna om du undrar nåt!

Innehåll

I	Rörelse	2
1	Likformig rörelse	2
2	Likformigt accelererande rörelse	2
3	Allmän rörelse	3
4	Rörelsemängd	3
4.1	Stötar	3
4.1.1	Elastiska stötar	4
4.1.2	Oelastiska stötar	4
II	Termodynamik	4
5	Inre energi (Värmeenergi)	4
5.1	Värme	5
5.1.1	Värmeöverföring	5
5.2	Temperatur	6
6	Aggregationstillstånd	6
6.1	Energi vid fasövergångar	7
A	Härledningar	9
A.1	Teckenförklaring	9
A.2	Allmän rörelse	9
A.3	Lagen om rörelsemängdens bevarande	10
B	Exempel	10

Förord

Innan början finns det några viktiga saker att utreda för denna sammanfattning. Först av allt är detta ett fritidsprojekt och inte skolmaterial, därför finns det ingen garanti på att allt är 100% rätt dock borde dokumentet överlag inte innehålla några större faktafel. Nästa punkt är att denna sammanfattning är gjord för effektivitet så alla förklaringar är inte fullständiga och huvuddelen innehåller inte fullständiga härledning och heller inte många räkneexempel. Om du söker fullständiga förklaring på vissa saker får du gärna titta i bilagorna mot slutet av dokumentet. Där hittar du även förklaringar till matematiska täcken som jag använder men som vi inte har gått igenom. Jag kommer heller inte förklara vanliga symboler för storheter som ex. massa (m) och hastighet (v).

Ha kul främst av allt, men kom ihåg likt vad Tor brukar säga:

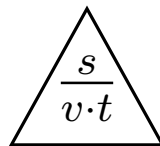
Jag ♥ Fysik!

Del I

Rörelse

1 Likformig rörelse

En likformig rörelse är en rörelse som genomförs med konstant hastighet i jämvikt. Den kan egentligen sammanfattas med den så kallade "SVT-triangeln":



Denna kan användas genom att täcka för den sökta enheten med ett finger. och sedan kommer formel för den övertäcka enheten bli kvar. Sammanfattat gäller följande formler:

$$s = v \cdot t$$

$$v = \frac{s}{t}$$

$$t = \frac{s}{v}$$

2 Likformigt accelererande rörelse

Om hastigheten inte längre är konstant är den enklaste nästa steg att accelerationen a är konstant. då gäller följande formler:

$$s = \frac{at^2}{2} + v_0t + s_0$$

$$v = at + v_0$$

3 Allmän rörelse

All rörelse kan beskrivas med hjälp av de ovanstående formlerna men man måste blanda in lite integral- och differentialkalkyl. För att uppnå denna fullständiga definition vill vi först tänka på rörelsens storheter som funktioner av tiden:

$s(t)$ för sträcka, $v(t)$ för hastighet och $a(t)$ för acceleration.

Med detta kan vi sedan beräkna deras relation i alla möjliga fall. Här antar jag att du är bekant med tanken bakom integraler och derivator så här är snabbversionen av alla generella formler givet att $a(t)$ är linjärt:

$$\begin{aligned}s(t) &= \frac{kt^3}{6} + \frac{a_0 t^2}{2} + v_0 t + s_0 \\v(t) &= \frac{kt^2}{2} + a_0 t + v_0 \\a(t) &= kt + a_0\end{aligned}$$

eftersom

$$\begin{aligned}v(t) &= s'(t) \\a(t) &= v'(t) = s''(t) \\s(t) &= \int v(t) dt = \iint a(t) dt dt\end{aligned}$$

(För fullständig härledning och teckenförklaring se bilaga A.2) Utifrån detta kan vi nu beräkna all rörelse bara vi vet formeln för en av storheterna. Om det inte finns en formel ska den hittas experimentellt eller så går det inte. Man kan sätta in valfri funktion för $a(t)$ och om man integrerar korrekt får man ändå rätt svar så detta är verkligen en allmän metod.

4 Rörelsemängd

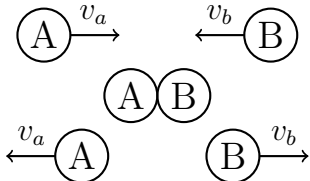
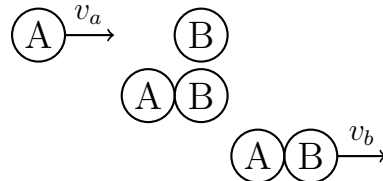
Ett föremåls rörelsemängd är dess hastighet multiplicerat med dess massa och betecknas p . Formeln är:

$$p = mv \left[\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} = \text{kgm/s} = \text{N} \cdot \text{s} \right]$$

Likt hastigheten är detta en vektor och har därför en riktning. Rörelsemängden skiljer sig från rörelseenergin E_k eftersom $p \propto v$ medan $E_k \propto v^2$.

4.1 Stötar

När två föremål krockar, dvs. stöter in i varandra så sker det ett utbyte av rörelsemängd. Rörelsemängden bevaras alltid enligt *lagen om rörelsemängdens bevarande* (se bilaga A.3). Rörelseenergin i systemet före och efter stöt är dock inte alltid konstant. (se tabell 1 på följande sida).

Elastisk stöt	Oelastisk stöt
	
Rörelseenergin bevaras	Rörelseenergin bevaras inte

Tabell 1: Stötar

4.1.1 Elastiska stötar

Vid s.k. *elastiska stötar* bevaras rörelseenergin i systemet. Detta beror på att en elastisk stöt är definierad som en stöt där ingen energi går förlorat till ex. värme. Sambandet som vi får för elastiska stötar enligt lagen om rörelsemängdens bevarande är då:

$$m_a u_a + m_b u_b = m_a v_a + m_b v_b$$

där u_a och u_b är hastigheterna innan och v_a och v_b är hastigheterna efter.

Detta är såklart enbart möjligt teoretisk så rörelseenergin bevaras bara helt i teorin. Det enda stället en fullständigt elastisk stöt kan ske är när föremålen inte nuddar varandra i ett vakuum alltså exempelvis elementarpartiklar i rymden. I verkligheten är det närmaste vi kommer någonting liknande är billiardklot. Många krockar i både boken och på prov kan dock ses som fullständigt elastiska när uppgiften kräver det.

4.1.2 Oelastiska stötar

En *oelastisk stöt* definieras som en stöt där en del av rörelseenergin omvandlas till andra energiformer som ex. värme genom ex. friktion. Detta innebär att den totala energin i systemet bevaras enligt energiprincipen men rörelseenergin efter stöten är inte samma som från början. Föremålen kommer även att bli "förenade", dvs. ses som ett föremål med en sammanlagd massa. Givet lagen om rörelsemängdens bevarande gäller sambandet:

$$m_a u_a + m_b u_b = (m_a + m_b) v$$

med u_a och u_b som hastigheterna innan stöten och v som hastigheten efter stöten. Rörelsemängden bevaras alltså oavsett vad, men rörelseenergin är inte alltid densamma före och efter.

Del II

Termodynamik

Termodynamik är läran om värme och inre energi. Här vill man undersöka hur temperatur och potentiell energi inuti föremål förhåller sig till varandra. Namnet betyder bokstavligen "dynamiken av värme" dvs. läran om hur värme rör sig, överförs och förhåller sig till sin omgivning.

5 Inre energi (Värmeenergi)

Detta är den energin som finns hos oordnad rörelse i materia. Den består av ett två delar:

- Rörelseenergi - kommer från aggregationstillstånd och brownisk rörelse
- Potentiell energi - kommer från bindningar mellan partiklar som liknar fjädrar

Inre energi kan bestå av en eller båda av dessa delar dock består den av båda i de allra flesta fall. Inre energi har enheten Joule (J).

5.1 Värme

Värme är inre energi som övergår från varmt till kallt av sig själv. Det är alltså inte energi i sig utan dessa övergång från en temperatur till en annan som vi känner av när vi nuddar någonting kallt eller varmt. Föreställ dig att du är i ett vakuum där allt är lika kallt och du inte har någon kroppsvärme. Då skulle du inte kunna känna av kylan då det inte finns en referenspunkt. Om du hade kroppsvärme hade frusit väldigt mycket då mycket av din energi övergår till den kalla omgivningen vilket upplevs som kallt.

5.1.1 Värmeöverföring

Här har vi kärnan av dett ämne inom fysiken och dess namn. Här följer de 3 främsta sättet som värme överförs.

1. Ledning
2. Strålning
- (3. Konvektion)

Den sista står inom parantes då den egentligen är ledning under specifika omständigheter men den brukar räknas som ett självständigt sätt ändå. Här är förklaringarna:

Ledning

Detta är när värme överförs mellan två föremål som befinner sig i kontakt med varandra. Detta sker eftersom partiklarna i rörelse kolliderar med varandra och sprider deras rörelseenergi och därmed sin värme. I slutändan kommer två föremål i kontakt alltid att anta en jämn fördelning av värmeenergi genom hela föremålet givet nog med tid. Detta går mycket långsamt för föremål som är goda isolatorer och mycket snabbt för bra ledare.

Strålning

Detta är överföring av värme genom Infraröd (IR) elektromagnetisk (EM) strålning. Detta är ljus, dvs. fotoner, som befinner sig i IR-spektrat. Det må vara ljus, men det är osynligt ljus. Denna metod kräver ingen fysisk kontakt mellan två föremål. Alla föremål avger någon typ av IR-strålning som en konsekvens av deras inre energi dock är denna mängd ofta mycket liten i relation till andra källor i omgivning och märks därför oftast enbart från föremål dedikerade till värmeproduktion som en spis, solen och en värmelampa.

Konvektion

Denna process är när luft eller annan gas värms vid en punkt och sedan sprider sig i dess omgivning på grund av att varm luft är lättare än kall luft. När den har tappat sin värme genom strålning och ledning kommer den att falla ner och bli kall. Denna cykliska egenskap hos gas som värms vid en punkt och sedan låts cirkulera kallas *konvektion*. Som sagt är detta inte ett självständigt sätt att överföra värme men ses som unikt nog att få sitt egna namn. Många element i hus baseras på konvektion. Det är mycket mer effektivt att låta luften transportera värmen till dess destination än att försöka värma varje punkt i ett utrymme då räckvidden av ledning är låg och strålning är mycket ineffektivt.

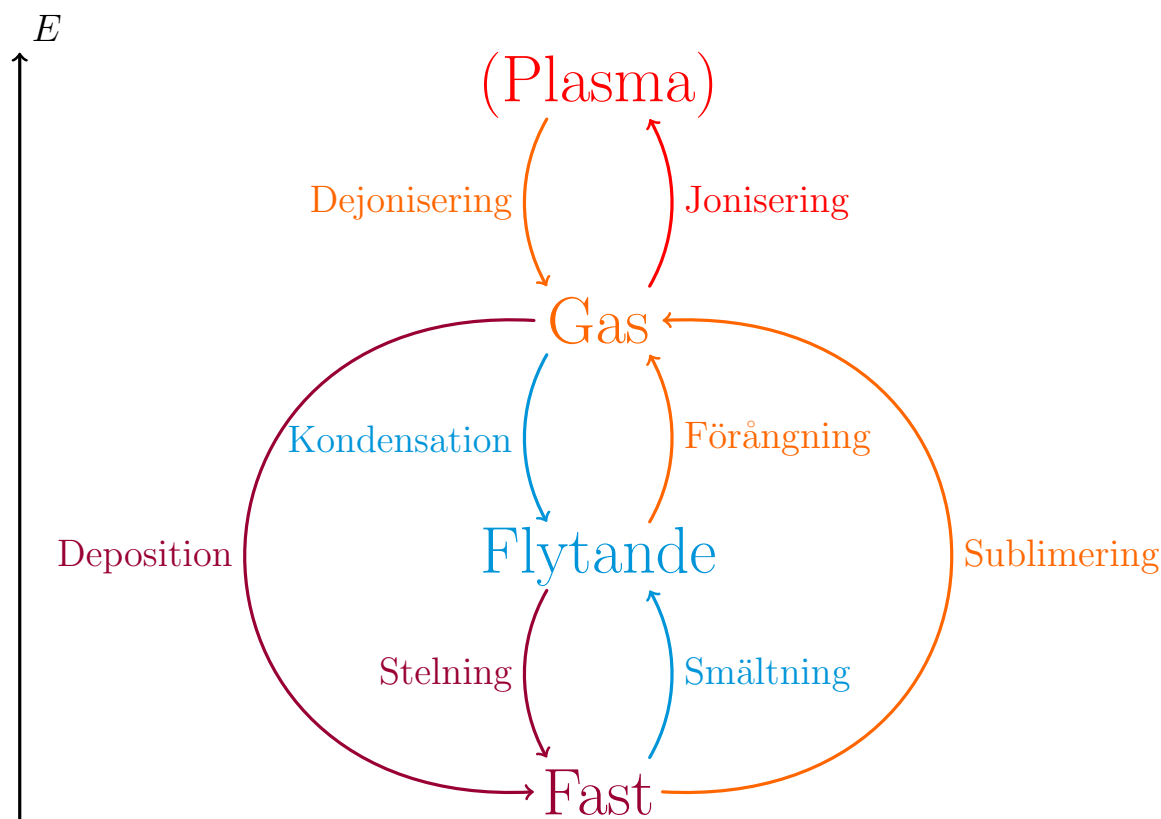
5.2 Temperatur

Detta är ett mått på den genomsnittliga rörelseenergi hos partiklarna i föremålet. Det finns flera mått på temperatur men SI-enheten är Kelvin (K). 0 K är den så kallade *absoluta nollpunkten* alltså den temperatur där rörelseenergi i ett föremål är 0. Andra enheter är grader Celcius ($^{\circ}\text{C}$) och grader Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$). Fahrenheit är hemskt och behandlas varken i denna kurs eller någon anna du kommer hitta inom Europa. Celcius å andra sidan har många likheter med Kelvin. En skillnad på 1 K motsvarar en skillnad på 1°C . 0°C är dock inte samma som 0 K så de kan tyvärr inte ersätta varandra. 0°C motsvarar fryspunkten för vatten vilket ger att $0^{\circ}\text{C} = 273.15\text{ K}$ och $T_{\text{K}} = T_{\text{C}} - 273.15$.

Det är mycket viktigt att notera att temperatur enbart är en av de två typerna av inre energi. Detta innebär att den inre energi kan förändras utan att temperaturen gör det. Utöver detta kan vi se att rörelseenergi är den enda typen av inre energi som kan "smitta av sig" dvs. överföras. Andra typer av inre energi kan inte överföras utan förblir bundna i ämnet. En annan viktig egenskap av temperatur är att det bestämmer vilket håll värmets flödar. Saker med låg temperatur "suger åt sig" värme medan varma föremål avger värme. Detta bevisar återigen att enbart rörelseenergi påverkar temperaturen då bara rörelseenergi kan "smitta av sig" till andra föremål.

6 Aggregationstillstånd

Ett ämnes faser eller *aggregationstillstånd* är de olika konfigurationer som dess materia kan anta. I de allra flesta fall finns det tre faser av materia men i vissa omständigheter finns det fyra. De främsta tre kommer täckas av denna kurs men det är bra att veta om den fjärde också. Fasernas namn och namn på övergångarna mellan de är som följande:



Plasma

En mycket varm joniserad gas. Hittas exempelvis i stjärnor. Täcks inte av krusen.

Gas

När de olika formelenheterna av ämnet är i princip obundna till varandra och kan flyta fritt i omgivningen. Detta aggregationstillstånd har högst inre rörelseenergi.

Flytande

Detta tillstånd, bättre känt som vätska, är det som händer när formelenheterna är löst bundna till varandra. Detta gör att de kan röra på sig och anpassa sin form för att passa behållaren men är inte lika fria som en gas. Den viktigaste skillnaden är dock att vätskor är okomprimerbara till skillnad från gaser.

Fast

Detta är när formelenheterna är hårt bundna till varandra är helt orörliga. Det finns många olika sätt att kunna anta fast form. Vissa ämnen bildar kristaller, andra metallbinder bland annat.

6.1 Energi vid fasövergångar

De två typerna av fasövergångar som vi kommer att gå igenom i denna kurs är vätska \longleftrightarrow gas och fast \longleftrightarrow vätska. De andra som står på diagrammet ovan är en-

bart där för full korrekthet och kommer inte att behandlas i kursen. För dessa övergångar gäller följande:

$$E = c_s \cdot m \quad \text{Smältvärme vid en specifik smältentalpi } c_s \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

$$E = c_a \cdot m \quad \text{Ångbildningsvärme vid en specifik ångbildningsentalpi } c_a \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right]$$

Smältvärmen gäller för övergångar fast \rightarrow flytande och flytande \rightarrow fast. Ångbildningsvärmen kommer gälla för övergångarna flytande \rightarrow gas och gas \rightarrow flytande. Negativ energi innebär utsläpp energi och uppstår när du rör dig ner på energiskalan (se bild).

Entalpivärdena motsvarar energin att smälta respektive förånga 1 kg av material och skiljer sig för varje material. Dessa värde hittas i en värdetabell i formelsamlingen. Dessa värden antar naturligtvis konstant tryck. En sista sak att notera är att entalpi känner man igen från kemin där det mäts i kJ/mol men här har man valt att konvertera detta till ett mått beroende på massa av varje material för att det bättre ska passa in i formler för fysiken. Man kan naturligtvis få fram ett värde i kJ/kg för alla entalpivärden från kemin så länge man vet molmassan av materialet, vilket vi vet.

A Härledningar

A.1 Teckenförklaring

I denna sammanfattning använder jag vissa matematiska tecken som är ibland mer avancerade än bara de vi går igenom. Följande är deras definitioner:

Indefinit integral

Tecknet \int står för en *indefinit integral* när inga integrationsgränser är angivna. Detta motsvarar att hitta primitiv funktion till något så givet att

$$f(x) = kx + m$$

gäller att

$$F(x) = \int f(x) dx = \frac{kx^2}{2} + mx + C.$$

Detta gäller för alla funktioner oavsett variabel, grad eller liknande man använder helt enkelt vanliga primitiva funktionsregler på lite mer effektivt sätt. Ja, man kan använda indefinit integral på prov enligt Mattias.

Proportionalitetstecken

Proportionalitetstecknet \propto används för att visa att en variabel är proportionell mot någon annan variabel eller något uttryck. Givet proportionaliteten $y = kx$ kommer det se ut som

$$y \propto x \text{ med en faktor } k$$

A.2 Allmän rörelse

Givet att funktionen $a(t) = kt + a_0$ där a_0 är en konstant startacceleration kommer nu härledningen till $s(t)$ från detta:

$$\begin{aligned} a(t) &= kt + a_0 \\ v(t) &= \int a(t) dt = \frac{kt^2}{2} + a_0t + C_1 & C_1 = v_0 \\ v(t) &= \frac{kt^2}{2} + a_0t + v_0 \\ s(t) &= \int v(t) dt = \frac{kt^3}{6} + \frac{a_0t^2}{2} + v_0t + C_2 & C_2 = s_0 \end{aligned}$$

$$s(t) = \frac{kt^3}{6} + \frac{a_0t^2}{2} + v_0t + s_0$$

Här är a_0 = acceleration från start, v_0 = hastighet från start och s_0 = den redan färdade sträckan från start. Alla integraler kan beräknas med reglerna från formelsamlingen.

A.3 Lagen om rörelsemängdens bevarande

Denna lag ger oss att efter en stöt kommer rörelsemängden i systemet alltid att bevaras. Föreställ dig att två föremål med massan m_1 och m_2 har hastigheterna u_1 och u_2 . De krockar sedan elastiskt där föremål 1 verkar på föremål 2 med kraften F_1 medan föremål 2 verkar med kraften F_2 . Sambandet mellan dessa krafter är

$$F_2 = -F_1 \text{ enligt N III}$$

Föremålens krock pågår under en liten tid Δt . Impulsen som de båda påverkar varandra med blir då:

$$\begin{aligned}\Delta p_1 &= F_2 \cdot \Delta t = m_1 v_1 - m_1 u_1 \\ \Delta p_2 &= F_1 \cdot \Delta t = m_2 v_2 - m_2 u_2\end{aligned}$$

där v_1 och v_2 är hastigheterna efter krocken. Givet ovanstående kraftsamband får vi då:

$$\begin{aligned}\Delta p_1 &= -F_1 \cdot \Delta t = -(F_1 \cdot \Delta t) = -\Delta p_2 \\ \Delta p_1 &= -\Delta p_2 \\ m_1 v_1 - m_1 u_1 &= -(m_2 v_2 - m_2 u_2) \\ m_1 v_1 - m_1 u_1 &= -m_2 v_2 + m_2 u_2 \\ m_1 u_1 + m_2 u_2 &= m_1 v_1 + m_2 v_2 \\ p_{innan} &= p_{efter} \quad \text{V.S.V.}\end{aligned}$$

alltså konserveras rörelsemängden.

B Exempel