



## Spole-kollaps sammenlignet med Acceleration

I mange henseender kan en strøms opvoksen i en spole og dens kollaps sammenlignes med acceleration og deceleration af en masse. Fx en cykel, eller en bil. Det tager tid, - og der skal en kraft til.

Acceleration er lig med en ændring af en hastighed. En bil accelererer, når dens fart øges. Jo større hastighedsændring på en given tid – jo større er accelerationen.

Det samme gælder for store som små genstande.

### Eksempel:

Hvis man taber en mobiltelefon på et betongulv, kan den tage alvorlig skade. Men rammer telefonen et gulvtæppe, vil der nok ikke ske noget. Og helt sikker ikke, hvis man smider den på en pude eller dyne.

Der forudsættes samme faldhøjde og faldhastighed. ! Så hvad er forskellen?

Forskellen er den tid, telefonen bruger på at bremse fra en given hastighed til stilstand.

Dvs. den tid, den er om at bremse op fra en hastighed til nul. Dvs. den oplever en accelerationen, - som jo her er negativ, og kan derfor kaldes deceleration.

### Accelerationskræfter:

Der skal en kraft til at accelerere en masse, - og også til at decelerere den

Kraften kan beregnes af: 
$$F = m \cdot a \text{ [N = kg} \cdot \frac{m}{s^2}]$$

En acceleration er jo en ændring af hastighed. Enten positiv eller negativ.

Acceleration kan udregnes som 
$$acc = \frac{\Delta \text{Hastighed}}{\Delta \text{tid}}$$

Acceleration kan også skrives som sluthastigheden minus start-hastigheden divideret med den tid, det tog.

Dvs. accelerationen kan beregnes som: 
$$a = \frac{v_{final} - v_{initial}}{t_{final} - t_{initial}} \left[ \frac{m}{s} \right]$$

I tilfældet med mobiltelefonen mod fx gulvtæppet, er sluthastigheden jo nul. Dvs. en opbremsning af hastighed, dvs. en negativ acceleration, - en deceleration.

Eller en negativ accelerationen.

Og af formlen ses, at jo kortere tid, der bruges på en hastighedsændring, jo større acceleration oplever genstanden. Hvis telefonen bremses af et stengulv, er tiden fra den rammer gulvet til den er



stoppet i sin bevægelse utrolig kort. Tiden går imod nul. Og accelerationen, den oplever bliver stor, går imod uendelig.

Dvs. accelerationen kan beregnes som:  $acc \rightarrow \frac{\Delta Hastighed}{0}$ , dvs. meget stor ( uendelig )

Og den kraft, den oplever blive meget stor, fordi  $F = m \cdot a [N = kg \cdot \frac{m}{s^2}]$

-

Vil man stoppe en bil på kort tid, må den påvirkes med en stor kraft. Gør man det ved at skubbe imod med hænderne, vil det opleves som om bilen skubber på en med en stor kraft.

Vil man stoppe bilen over en meget kort strækning, dvs. over en meget kort tid, skal kraften, man skubber med være meget stor!

Hvorfor er der indbygget deformationszoner i snuden af en bil. ?? Og i et tog ??

**Strømmen i en spole** opfører sig på samme måde, som en masse i bevægelse.

Vil man stoppe strømmen i en spole på kort tid, vil spolen yde en stor kraft imod ændringen. Den genererer en spænding, der momentant ved afbrydelsen får strømmen til at fortsætte med samme størrelse.

En spoles energi kan beregnes af  $E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2 [Joule]$

En energi, der ikke bare kan forsvinde, når strømmen afbrydes.

## **Vand i bevægelse i et rør:**

Det er den samme mekanisme der bevirker, at når en vaskemaskine lukker for vandindtaget, giver det et spjæt i tilslutningsslangen. Når vandet løber ind i vaskemaskinen, er der en mængde vand i bevægelse i hele rørets længde – måske gennem hele huset. Ikke blot i slangen fra vandhanen og til vaskemaskinen. !

Og denne bevægelsesmængde vil man stoppe momentant med en magnetventil, der lukker for flowet, - og det ” kan man ikke ”.

Derfor må der fx være en gummislang der kan udvide sig – og dermed optage den kinetiske energi og skulpe vandet retur i røret igen – og så frem igen. Osv..

Det kendes under begrebet “ Water Hammer ”

Se evt: <http://www.naturalhandyman.com/iip/infplumb/infwatham.html>  
<http://www.plumbingmart.com/water-hammer-information.html>

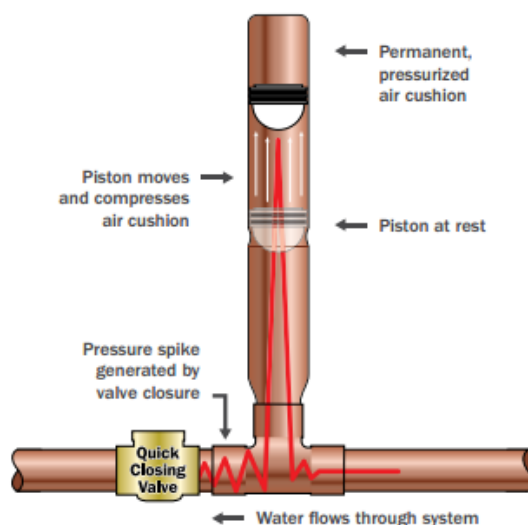


Når ventilen lukker, vil den ”store” mængde vand i bevægelse skulle stoppe momentant.

Det vil kunne høres som et skarpt smæld.

Men monteres en anordning, der kan optage energien, kan det forhindres.

Når ventilen lukker, vil vandets flow skabe et højt tryk, som presser stemplet ( piston ) op og presser luften sammen over stemplet.



Kilde: <http://www.siouxchief.com/docs/default-source/print/print-brochures/supply/water-hammer-arresters---engineer-report.pdf>

Her kan energien i vandflowet regnes af:

$$\text{Vandets kinetiske energi } E_{Kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \left[ kg \cdot \left( \frac{m}{s} \right)^2 \right]$$

Andre eksempler:

## **Toiletrulle. Hvorfor kan man rive et blad af uden at rullen ruller rundt!!**

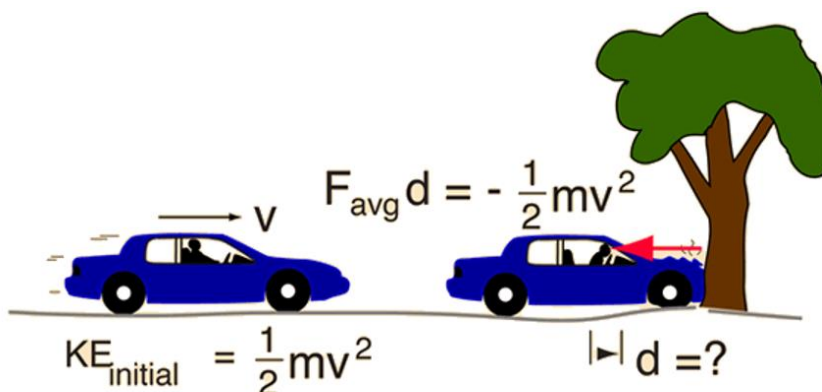
Hvis man løfter lidt på et blad fra toiletrullen, og så pludselig rykker til, vil kræfterne ved perforeringen overstige brudstyrken. For at få selve rullen til at ”følge med” – dvs. rulle, skal den accelereres op, og kraften hertil på så kort tid er større end brudstyrken.

## **Deformationszone i tog og biler**

Deformationszonen er et stykke af bilens eller togets karosse, der skal kunne deformeres hvis man fx kører imod en betonavæg. Eller frontalt imod en anden bil.



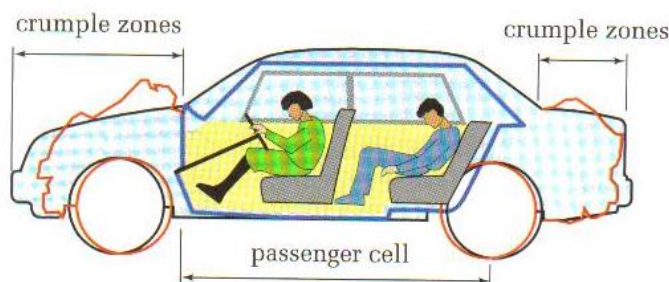
Det, der opnås, er, at det tager lidt længere tid end nul sekunder at bremse bilens kabine. Derved oplever personer i bilen ikke så stor en decelerationskraft, i et forsøg på at undgå de værste person-skader.



NCAP tester bilens personbeskyttelse ved at køre en bil ind i en mur med 63 km/timen. Den forreste del af bilen op til forruden kaldes motorrummet, men i et sammenstød skal denne del af bilen krølle sammen uden at kabinen og dens indhold (mennesker) lider nævneværdig skade.

At der ikke sker skader, skyldes blandt andet at motorophænget er lavet således at motoren forsvinder ind under kabinen.

På engelsk hedder det ”the **crumple zone** ” eller ” **crush zone**”.



Til venstre er bilens bevægelsesenergi blevet brugt til at krølle fronten sammen.

Det, der opnås, er, at det tager lidt tid for bilens kabine, og dermed de fastspændte personer at bremse op fra kørehastigheden til nul m/s.

Formlen er:  $Kraft = Masse * Acceleration$

Hvis decelerationen skæres ned til det halve, vil kraft-påvirkningen på personer også blive det halve. Så hvis man kan ændre decelerationen fra fx 0,2 sekunder til fx 0,8 sekunder vil det betyde en reduktion på kraftpåvirkningen der opleves i kabinen på 75 %.

Hvis passagererne i bilen ikke har sikkerhedssele på, vil de ved en kollision momentant fortsætte med samme hastighed indtil de kommer i kontakt med en del af bilen, rattet, forruden eller en anden person, og derved få en skade. Evt. kastes de ud gennem forruden !!



Har de sikkerhedssele på, vil de have samme hastighed som kabinen, dvs. det tager lidt tid at bremse ned til nul.

Selv efter at ens krop er blevet stoppet, vil de indre organer fortsætte med at bevæge sig fremad, og blive presset ind imod væggen og mod hinanden. Og dette kan ofte give alvorlige indre skader eller direkte dødsfald.

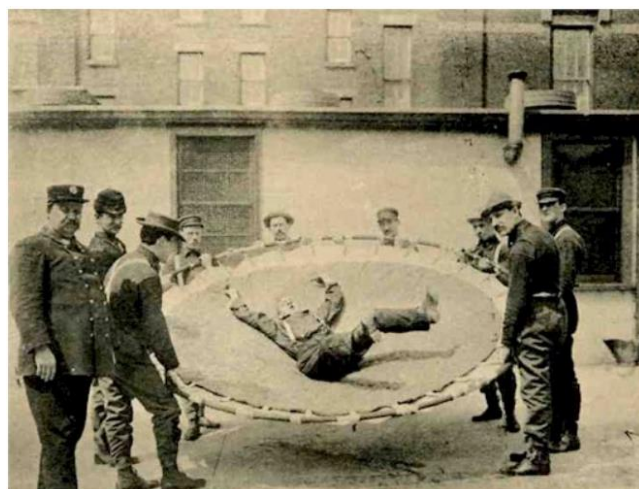
Det samme observeres, ved at se på hvad der sker hvis man slår en grødske med grød på mod en tallerken. Skeen stopper momentant, men grøden fortsætter og bliver slået af ned på tallerkenen.

Det indses, at det drejer sig om at undgå at få bilens kabine bremsset momentant. At få den gradvist bremsset. At krølle deformations-zonen sammen.

## Eksempler:

Trampolin, Højdespringsmåtte.

Life net ( hvad hedder det på dansk ?? ) Livsnet, Safety air cushion, ”Hoppeborg”



## Diverse formler:



We already know that

$$F = ma$$

but as  $a = \frac{\Delta v}{t}$

so,  $F = \frac{m\Delta v}{t}$  **1**

rearranging this we get

$$Ft = m\Delta v$$

or  $Ft = \Delta(mv) = \Delta p$  **2**

**1** Force is equal to the rate of change of momentum

**2** The impulse of a force is equal to the change in momentum

F = force measured in newtons (N)

m = mass measured in kilograms (kg)

a = acceleration measured in metres per second squared ( $m/s^2$ )

v = velocity in metres per second (m/s)

$mv = p$  = momentum measured in newton seconds (Ns)

$\Delta(mv) = \Delta p$  = change in momentum measured in newton seconds (Ns)

Ft is called the **impulse** of the force. It is measured in newton seconds (Ns)

## Impuls

Mangler forklaring:

Impuls eller på engelsk "Momentum", beregnes af hastigheden - og massen af en genstand.

$$\text{Impuls } p = mv$$

Hastighed er en fart i en specifik retning, altså en vektor. Så derfor er Impuls også en vektor, der har retning.