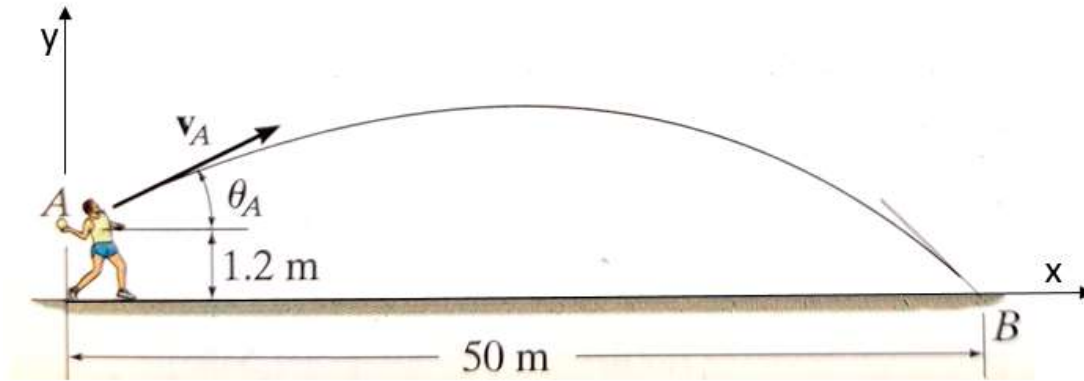


AARHUS
UNIVERSITET

INSTITUT FOR MEKANIK OG PRODUKTION

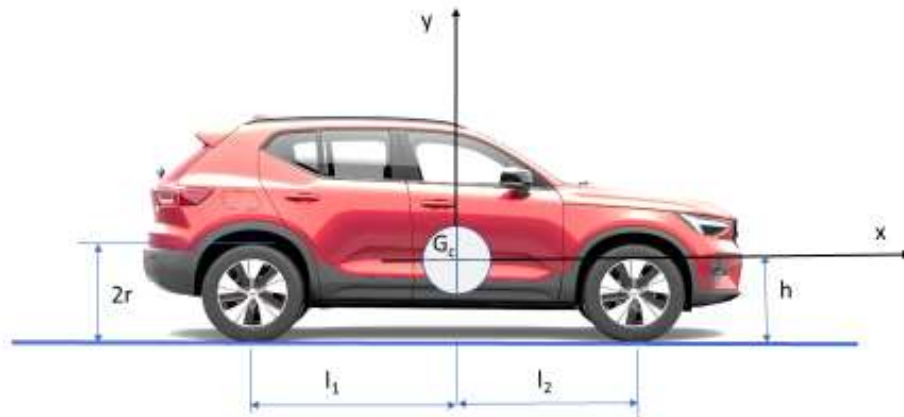
Eksamenstermin:	Sommer 2023 ordinær eksamen
Prøve i:	M3DYN1
Dato:	Juni 2023
Varighed:	4 TIMER (forlænget 5 timer)
Underviser:	Morten Fogtmann Kristiansen og Peter Frank Tehrani
Praktiske informationer	
Digital eksamen:	
Opgaven tilgås og afleveres gennem den digitale eksamensportal.	
Håndskrevne dele af opgavebesvarelsen skal digitaliseres og afleveres i den digitale eksamensportal.	
Opgavebesvarelsen skal afleveres i PDF-format.	
Husk at uploade og aflevere i Digital eksamen til tiden. Du vil modtage en elektronisk afleveringskvittering, straks du har afleveret.	
Husk at aflevere til tiden, da der ellers skal indsendes dispensationsansøgning.	
Husk angivelse af navn og studienummer på alle sider samt i dokumenttitel/filnavn.	
Alle hjælpemidler må benyttes, herunder internettet som opslagsværktøj, men det er IKKE tilladt at kommunikere med andre.	
Særlige bemærkninger: Det er kun muligt at aflevere elektronisk via Digital Eksamen portalen.	

Opgave 1 (30%)*Figur 1*

Figur 1 illustrerer at en bold kastes fra position A til position B. Tiden som det tager bolden at bevæge sig fra A til B er 2,5 s. Boldens banekurve kan beregnes som en kaste-parabel, hvor luftmodstand negligeres. Tyngdeaccelerationen er $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Følgende ønskes beregnet:

- Størrelsen af boldens starthastighed v_A samt den vinkel θ_A som hastigheden har med vandret
- Størrelsen af boldens hastighed v_B ved punkt B umiddelbart før bolden rammer jorden
- Koordinaterne $(x_{\text{top}}, y_{\text{top}})$ til banekurvens toppunkt
- Et plot af boldens banekurve $y(x)$

Opgave 2 (40%)

Figur 2

Figur 2 viser en bil med forhjulstræk, der accelererer retlinet med acceleration a i x -retningen på en vandret vej.

Massen af bilen *uden hjul* er m_c og dens massemidtpunkt G_c fremgår af figuren. Alle fire hjul har hver radius r , inertiradius k_G og massen m_w .

Antag at baghjulene roterer frit og at bilen påvirker hvert forhjul med momentet M . Alle hjul ruller på underlaget uden hjulspin. Der ses bort fra vind- og rullemodstand samt roterende masser inde i bilen (transmission etc.).

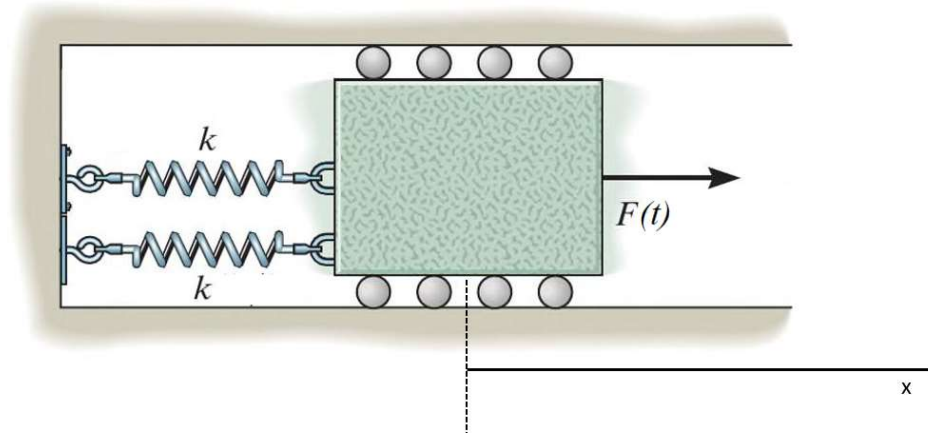
Free Body Diagram (FBD) og Kinetic Diagram KD for bilen uden hjul, et baghjul og et forhjul er vist i bilag 1.

Data:

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$	$r = 250 \text{ mm}$
$a = 3,75 \text{ m/s}^2$	$l_1 = 1402 \text{ mm}$
$m_c = 2400 \text{ kg}$	$l_2 = 1300 \text{ mm}$
$m_w = 20 \text{ kg}$	$h = 550 \text{ mm}$
$k_G = 200 \text{ mm}$	

Følgende ønskes besvaret:

- Beregn masseinertimomentet for et hjul
- Vis at vinkelaccelerationen for et hjul er $\alpha = -15 \text{ rad/s}^2$
- Opskriv de tre bevægelsesligninger symbolsk for bilen uden hjul
- Opskriv de tre bevægelsesligninger symbolsk for et baghjul
- Opskriv de tre bevægelsesligninger symbolsk for et forhjul
- Vis at lejerkraften på et baghjul er $F_r = \sqrt{H_r^2 + V_r^2} = 6604 \text{ N}$ og at lejerkraften og momentet på et forhjul er henholdsvis $F_f = \sqrt{H_f^2 + V_f^2} = 6935 \text{ N}$ og $M = 1187 \text{ Nm}$
(Hint: løs først samtlige bevægelsesligninger ved hjælp af en Solve Block)

Opgave 3 (30%)

Figur 3

Figur 3 viser en masse m , som er styret så den kun bevæger sig i den vandrette x -retning. x -koordinat som beskriver positionen regnes med udgangspunkt ($x=0$) i udeformede fjedre. På grund af friktion samt luftmodstand kan svingningen regnes som underdæmpet med et dæmpningsforhold ζ . Massen er fastgjort med to fjedre, som hver har fjederstivheden k . Massen kan betragtes som en partikel. Massen sættes i bevægelse med følgende startbetingelser: Til tiden nul er positionen $x(0) = x_0$ og hastigheden er $v(0) = v_0$.

Data:

$$m = 20 \text{ kg}$$

$$k = 5000 \text{ N/m}$$

$$F(t) = 150 \sin(20t) \text{ N}$$

$$\zeta = 0,14$$

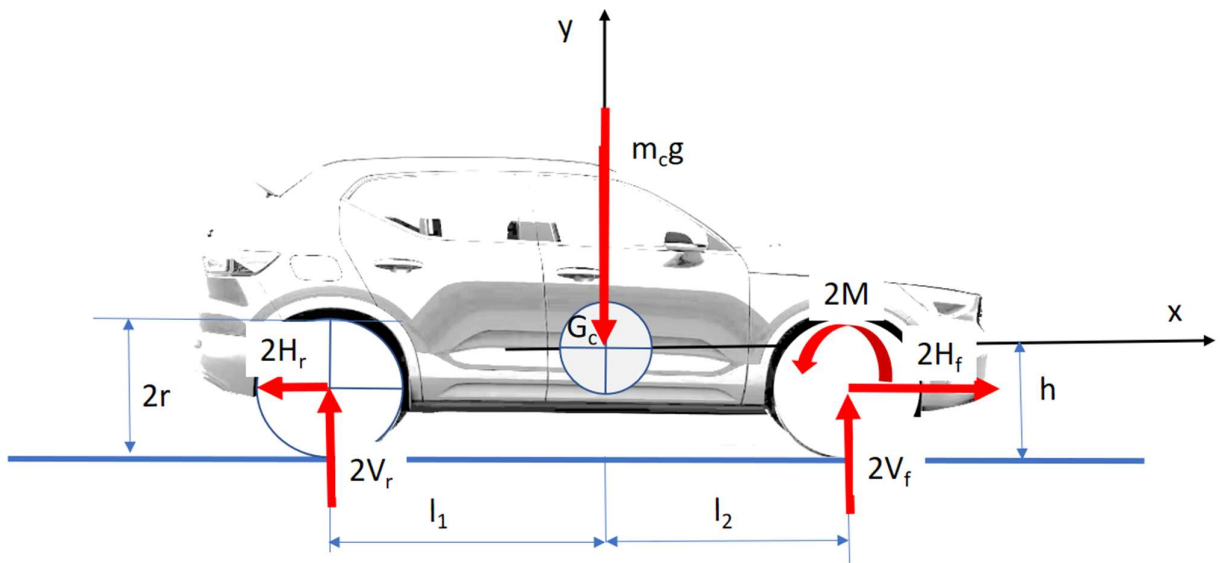
$$x_0 = 0 \text{ m}$$

$$v_0 = 8 \text{ m/s}$$

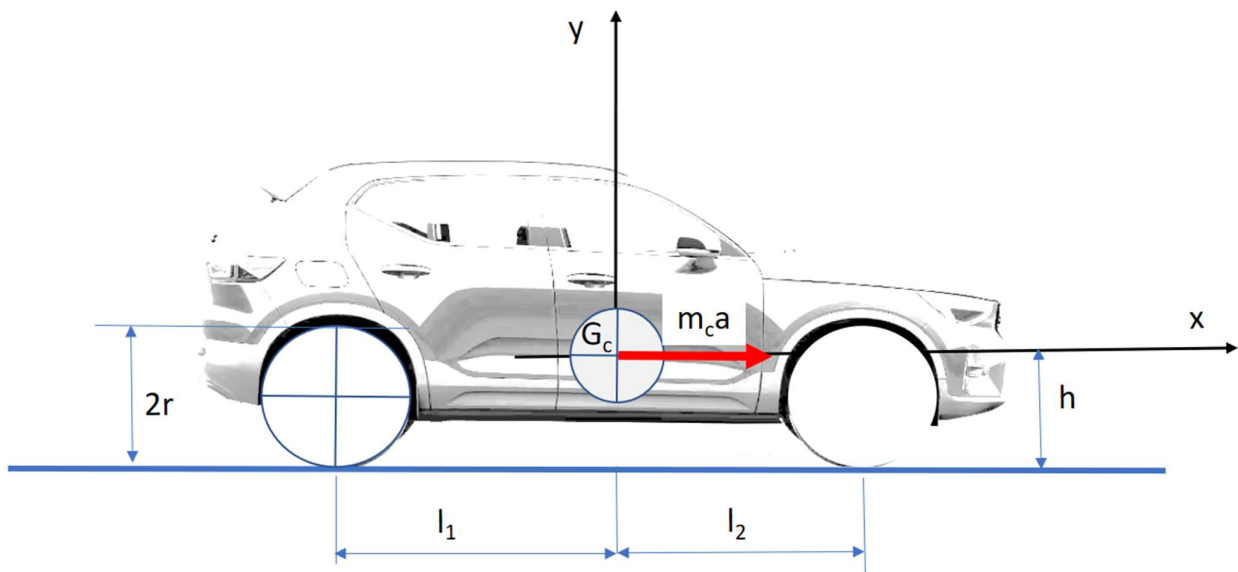
Følgende ønskes beregnet med metoderne i lærebogens kapitel 8

- Den dæmpede egenfrekvens ω_d (svaret ønskes anført i rad/s)
- Amplituden X på den partikulære del af løsningen $x_p(t)$ (steady state)
- Et plot af massens position $x(t)$ i tidsintervallet $0 < t < 3 \text{ s}$ samt en kort redegørelse for hvordan forskriften er bestemt.

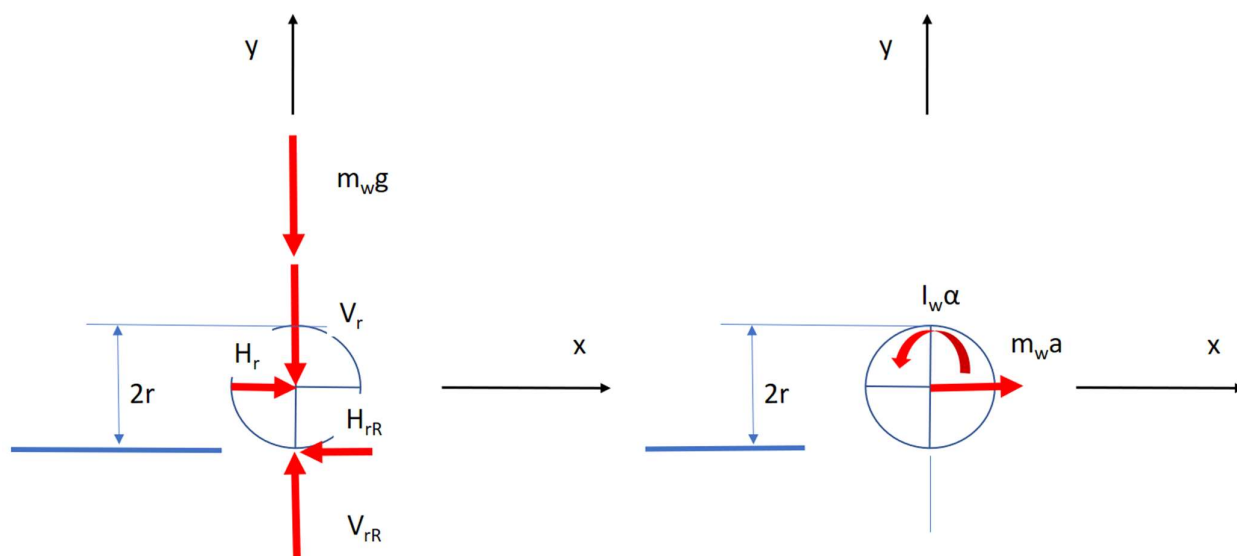
Bilag 1 (2 sider)



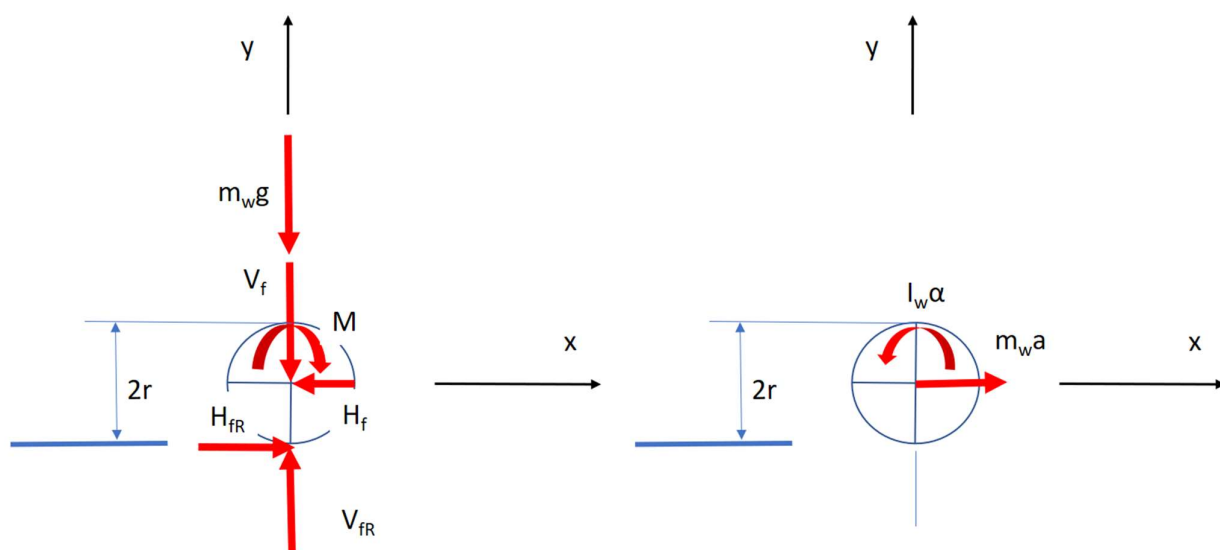
FBD for bilen uden hjul



KD for bilen uden hjul



FBD og KD for et baghjul



FBD og KD for et forhjul