

TMEC078-FUNDAMENTOS DE DINÂMICA VEICULAR

1-Fundamentos de um veículo

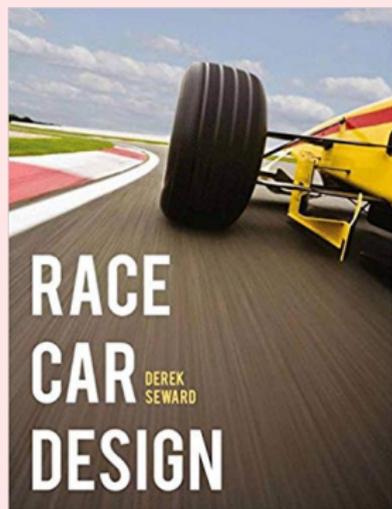
Prof. Jorge Luiz Erthal

jorgeerthal@gmail.com

27 de março de 2019



Apresentação



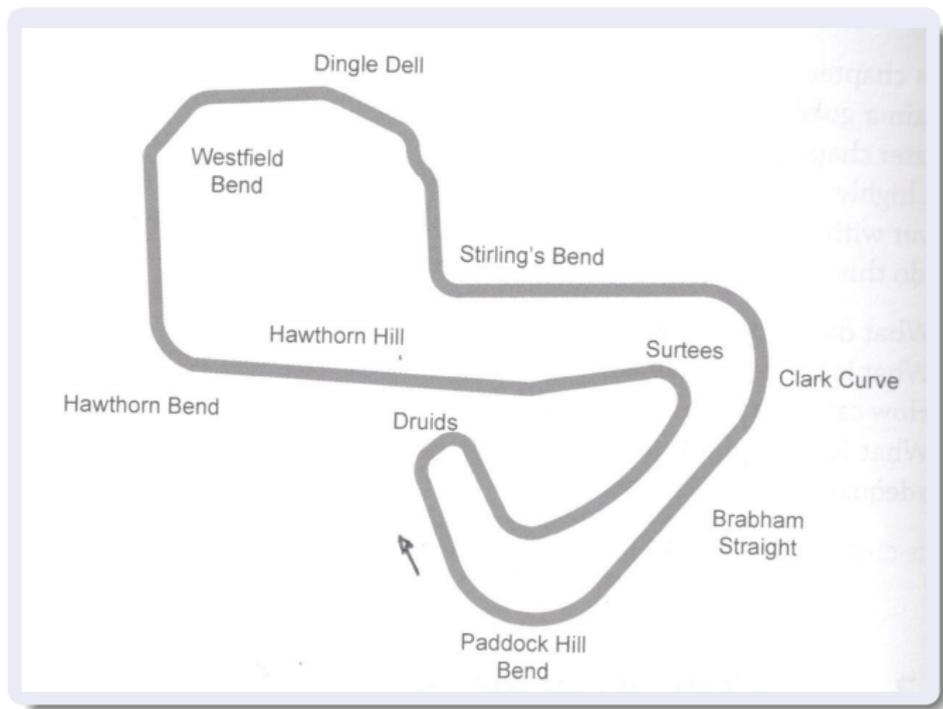
Este documento apresenta as figuras do Capítulo 1 do livro de Derek Seward (SEWARD, 2014).

Sumário

- 1 Elementos de uma corrida
- 2 Centro de massa
- 3 Carga estática e equilíbrio
- 4 Aceleração e transferência longitudinal
- 5 Frenagem e transferência longitudinal
- 6 Curva e transferência transversal
- 7 Diagrama $g - g$
- 8 Downforce aerodinâmico
- 9 Referências

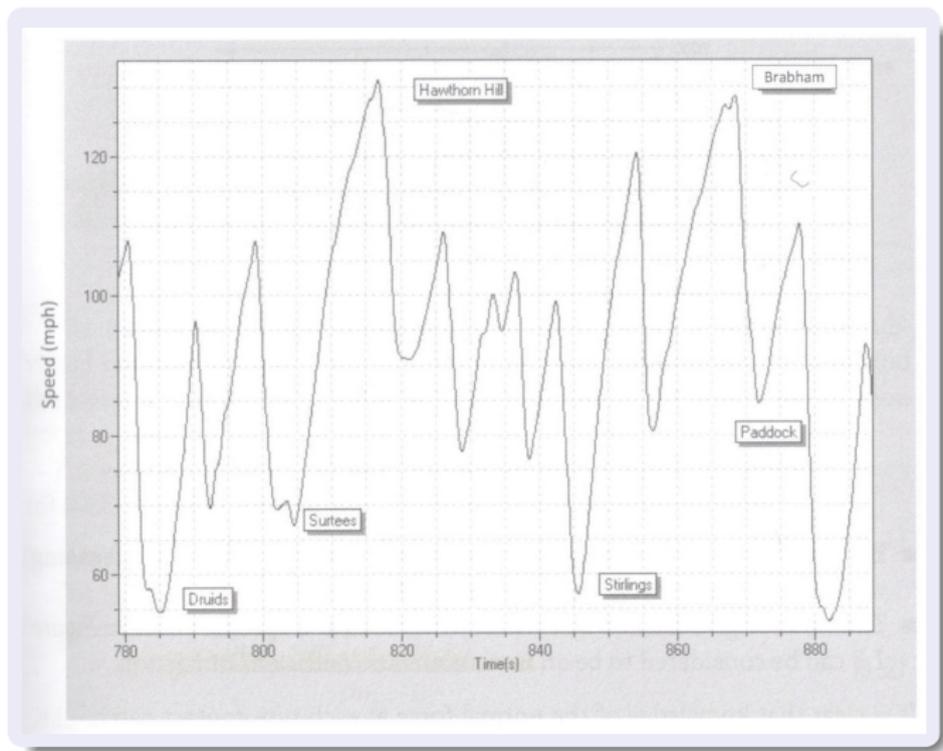


1.1-Circuito de Brands Hatch.

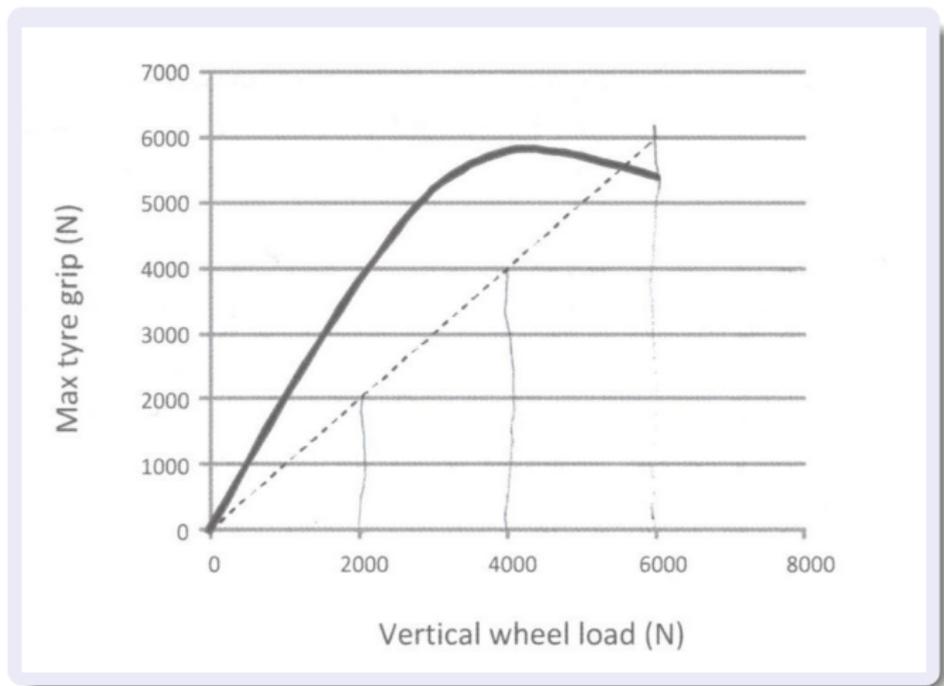


1.2-Dados de velocidade em Brands Hatch

Obtido pelo Software DigiTools, da ETB Instruments Ltd.(ETB INSTRUMENTS LTD., 2019)



1.3-Aderência típica de um pneu de corrida.



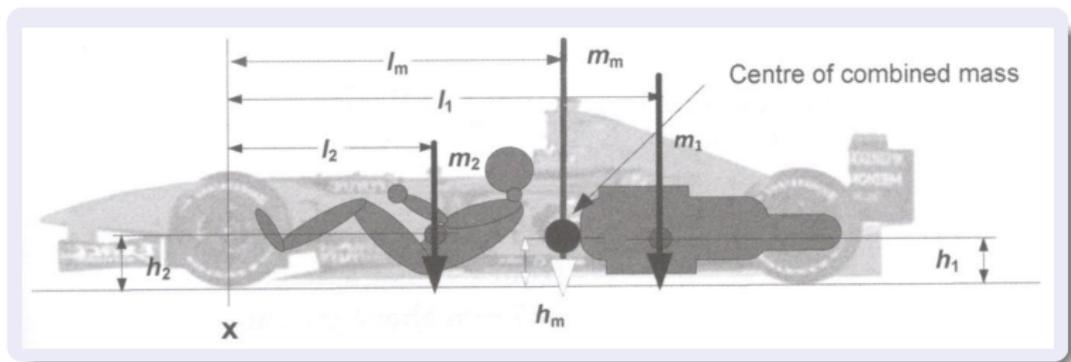
Sumário

- 1 Elementos de uma corrida
- 2 Centro de massa**
- 3 Carga estática e equilíbrio
- 4 Aceleração e transferência longitudinal
- 5 Frenagem e transferência longitudinal
- 6 Curva e transferência transversal
- 7 Diagrama $g - g$
- 8 Downforce aerodinâmico
- 9 Referências



1.4-Centro de massa.

Exemplo 1.1



Sumário

- 1 Elementos de uma corrida
- 2 Centro de massa
- 3 Carga estática e equilíbrio**
- 4 Aceleração e transferência longitudinal
- 5 Frenagem e transferência longitudinal
- 6 Curva e transferência transversal
- 7 Diagrama $g - g$
- 8 Downforce aerodinâmico
- 9 Referências



1.5-Cargas estáticas nas rodas

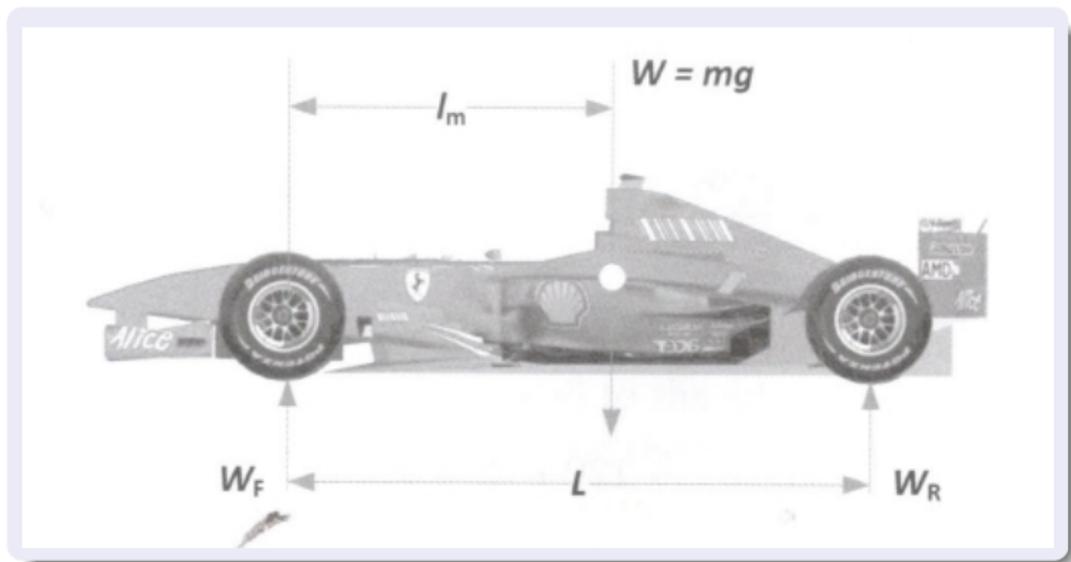


Tabela 1.1: Planilha para o cálculo do centro de massa.

Planilha disponível em (PALGRAVE MACMILAN, 2019)

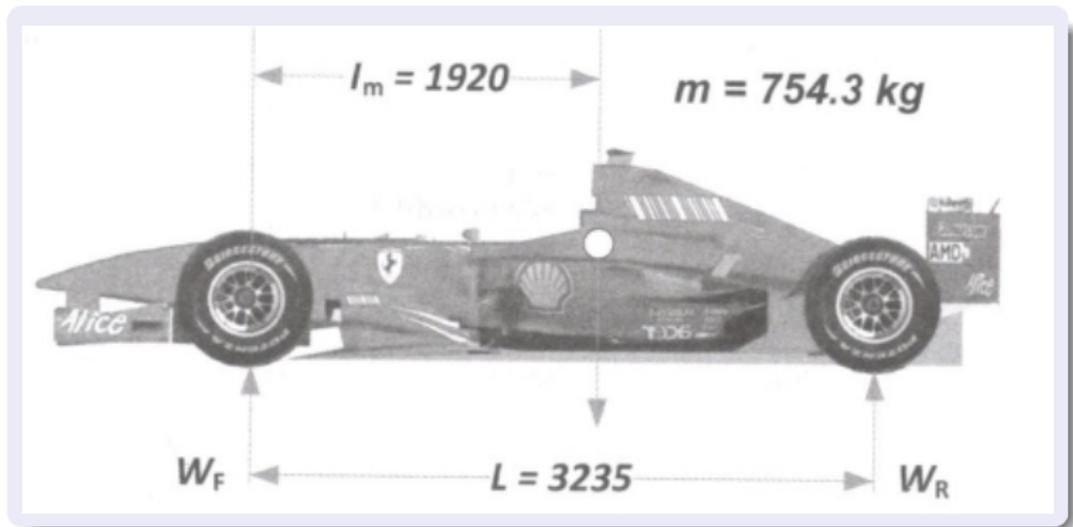
Racing car centre of mass calculator
Links to page 6 of Race Car Design by Derek Seward

Element	Mass (kg)	Horiz. dist. front axle (mm)	Horiz. moment (kgm)	Vert. dist. ground (mm)	Vert. moment (kgm)	
Car						
Front wheel assemblies	32,4	0	0	280	9072	
Pedal box	5	0	0	280	1300	
Shifting gear	5	300	1500	150	750	
Controls	3	200	600	400	1200	
Frame + floor	50	1250	62500	330	16500	
Body	15	1500	22500	300	5250	
Front wing	5	-450	-2250	90	450	
Rear wing	5	2700	13500	450	2250	
Fire extinguisher	5	300	1500	280	1300	
Engine assembly + oil	85	1830	155550	300	25500	
Fuel tank (full)	25	1275	31875	200	5000	
Battery	4	1200	4800	120	480	
Electrics	4	1500	6000	200	800	
Exhaust	5	1750	8750	350	1750	
Radiator + water	10	1350	13500	150	1500	
Rear wheel assem. + oil.	58	2300	133400	280	16240	
Reverse motor	6	2600	15600	280	1680	
Ballast				0	0	
Other 1				0	0	
Other 2				0	0	
Other 3				0	0	
Other 4				0	0	
Other 5				0	0	
Total car	322,4	1454	468825	282	91022	
Driver						
	Distance: front axle to pedal					
Weight of driver	80	50				
	Mass (kg)	Horiz. dist. seat foot (mm)	Horiz. dist. front axle (mm)	Horiz. moment (kgm)	Vert. dist. ground (mm)	Vert. moment (kgm)
Feet	2,8	40	90	250	310	859,733333
Calves	17,7	350	450	3372	380	2764,8
Thighs	17,3	760	810	13997	295	5057,6
Torso	36,9	1050	1100	40597	300	11072
Forearms	3,7	800	850	2720	400	1080
Upper arms	5,3	1100	1150	6133	420	2240
Hands	1,3	650	700	896	510	652,8
Head	4,5	1200	1250	6123	1050	3716,25000
Total driver	80	5950	6350	74598,4	348	27683,2
Grand total	402,4		1550	543423	295	118705,2
Rear load	236					
Front load						168
Ratio FR			41,3%	58,7%		



1.6-Posição do centro de massa.

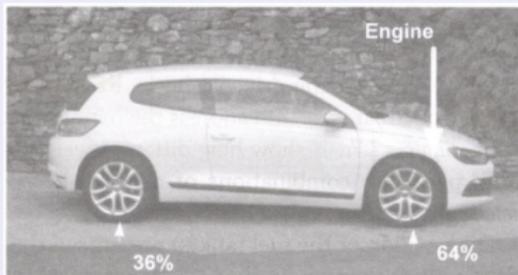
Exemplo 1.2



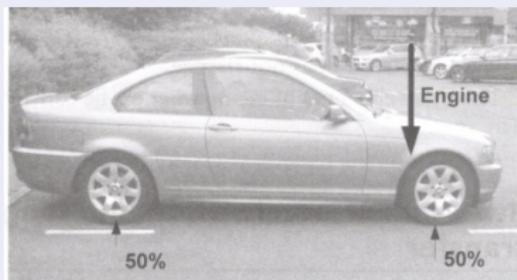
1.7-Distribuição do peso

Em função do eixo tracionado, posição do motor e tipo de pneu

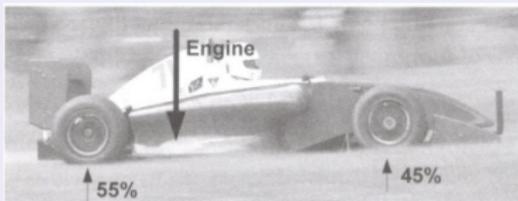
VW Scirocco - motor dianteiro, tração dianteira, pneus iguais.



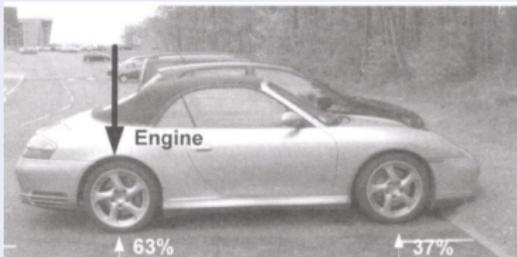
BMW serie 3 - motor dianteiro/médio, tração traseira, pneus iguais.



Fórmula - motor médio, tração traseira, pneus traseiros mais largos.



Porsche 911 - motor traseiro, tração traseira, pneus traseiros muito mais largos.

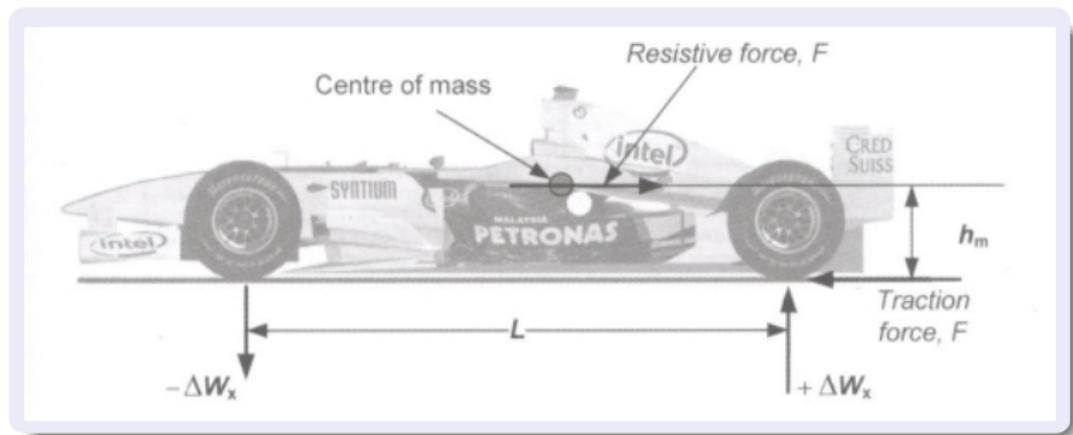


Sumário

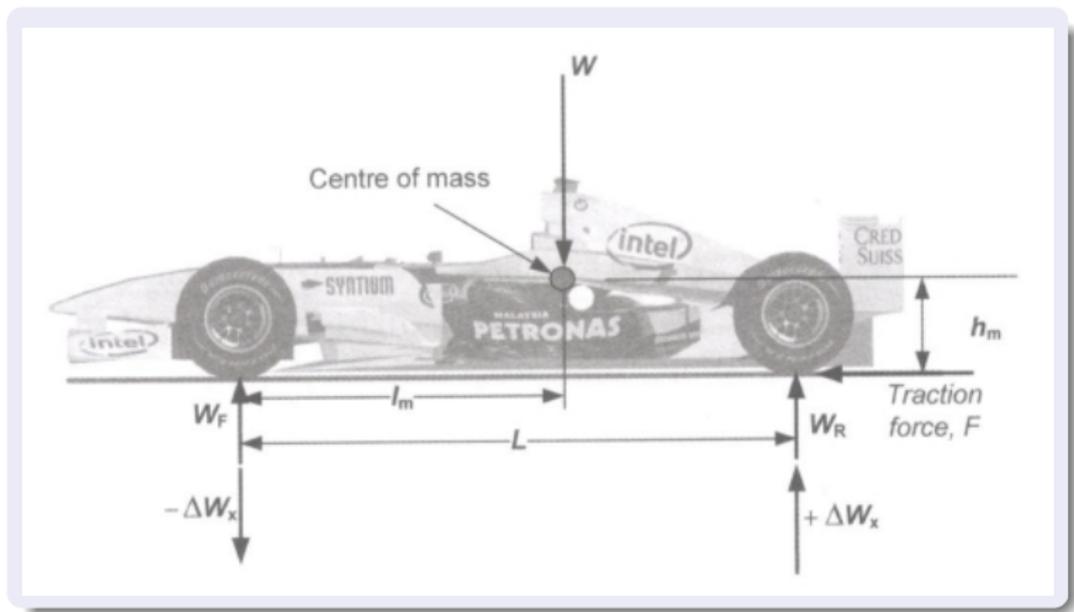
- 1 Elementos de uma corrida
- 2 Centro de massa
- 3 Carga estática e equilíbrio
- 4 Aceleração e transferência longitudinal**
- 5 Frenagem e transferência longitudinal
- 6 Curva e transferência transversal
- 7 Diagrama $g - g$
- 8 Downforce aerodinâmico
- 9 Referências



1.8-Aceleração linear e transferência de carga longitudinal

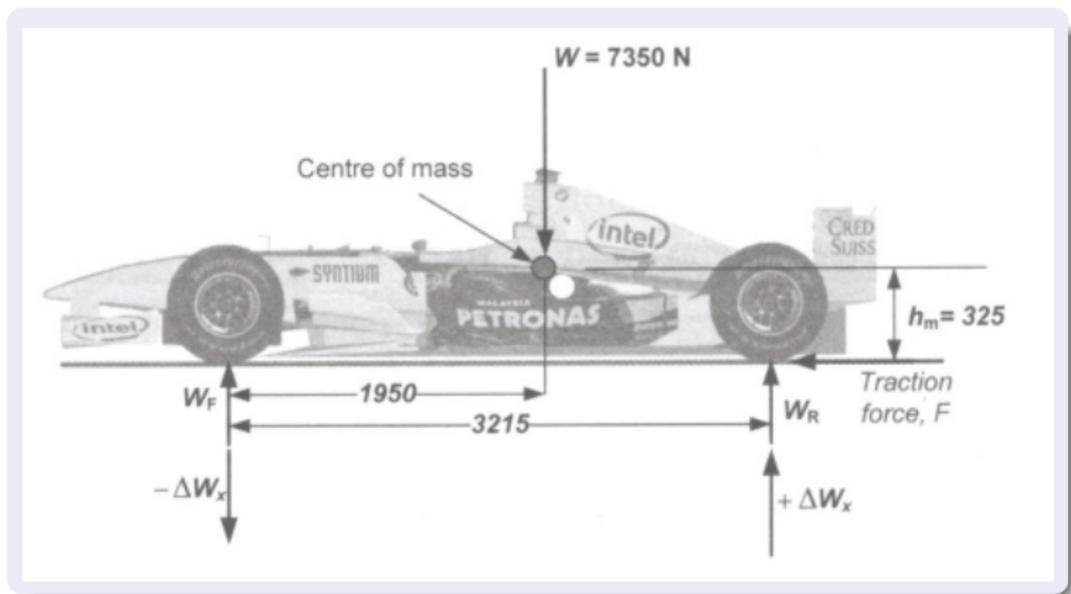


1.9-Aceleração limitada pela tração

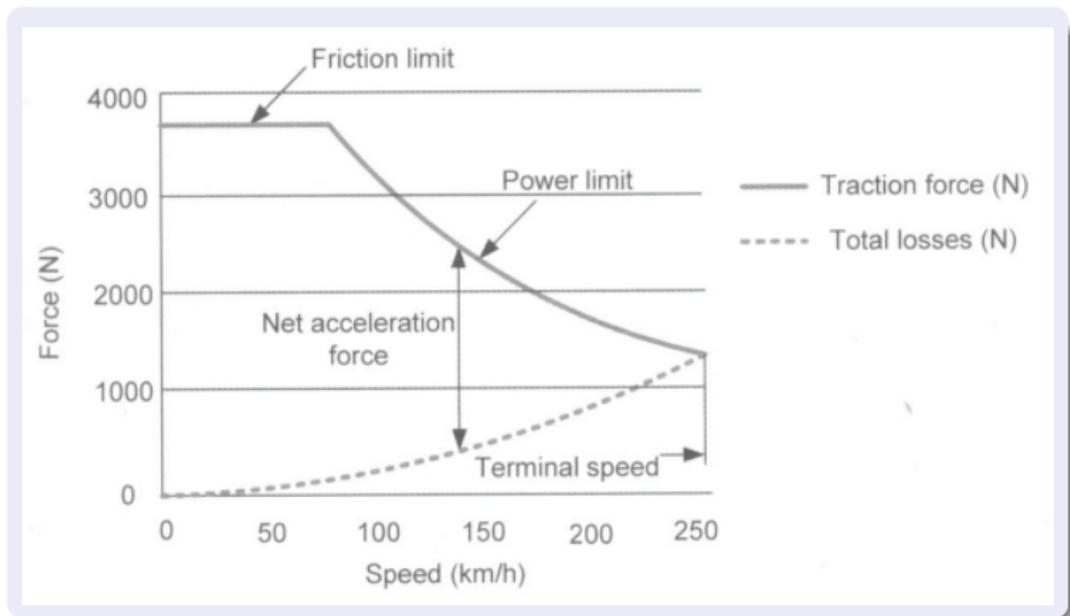


1.10-Carga nas rodas durante a aceleração

Exemplo 1.3



1.11-Força disponível para aceleração

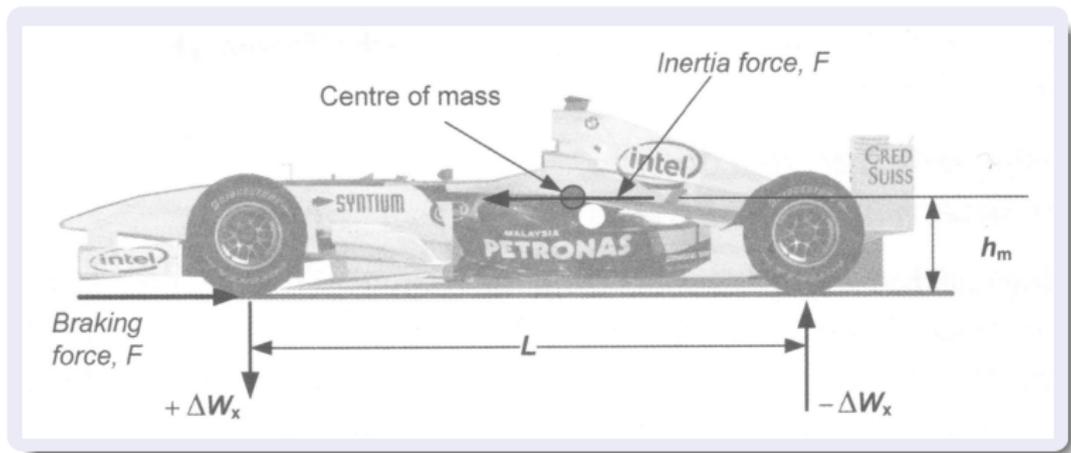


Sumário

- 1 Elementos de uma corrida
- 2 Centro de massa
- 3 Carga estática e equilíbrio
- 4 Aceleração e transferência longitudinal
- 5 Frenagem e transferência longitudinal**
- 6 Curva e transferência transversal
- 7 Diagrama $g - g$
- 8 Downforce aerodinâmico
- 9 Referências

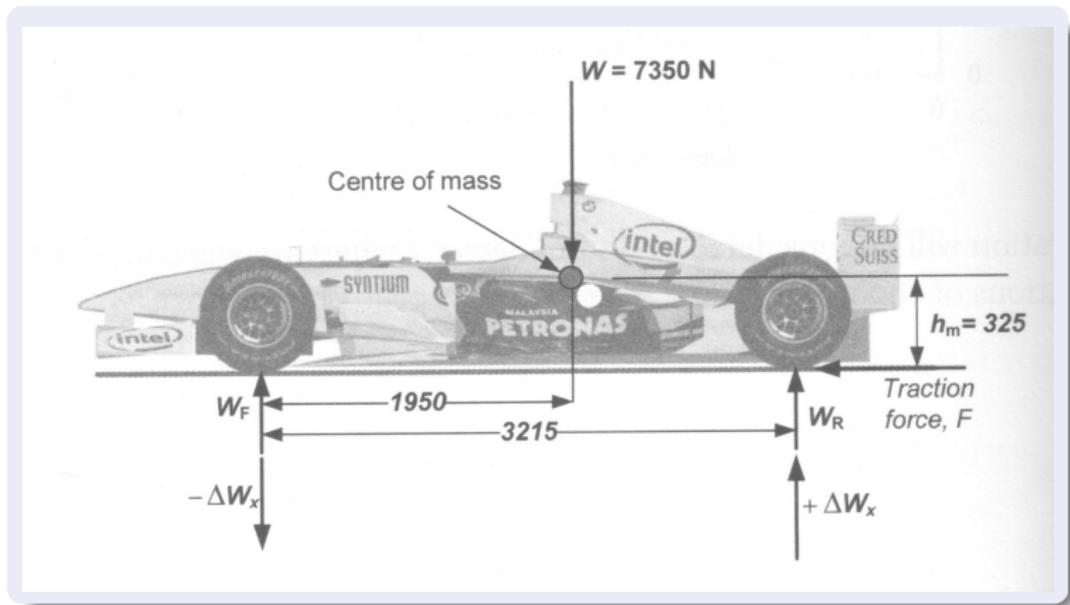


1.12-Frenagem e transferência de carga longitudinal



1.13-Carga nas rodas durante a frenagem

Exemplo 1.4

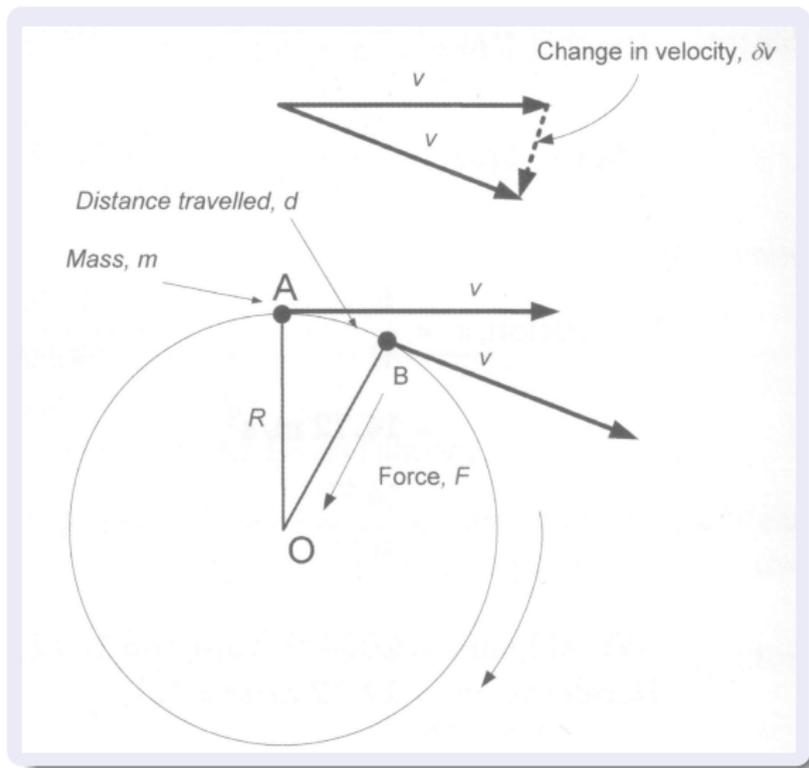


Sumário

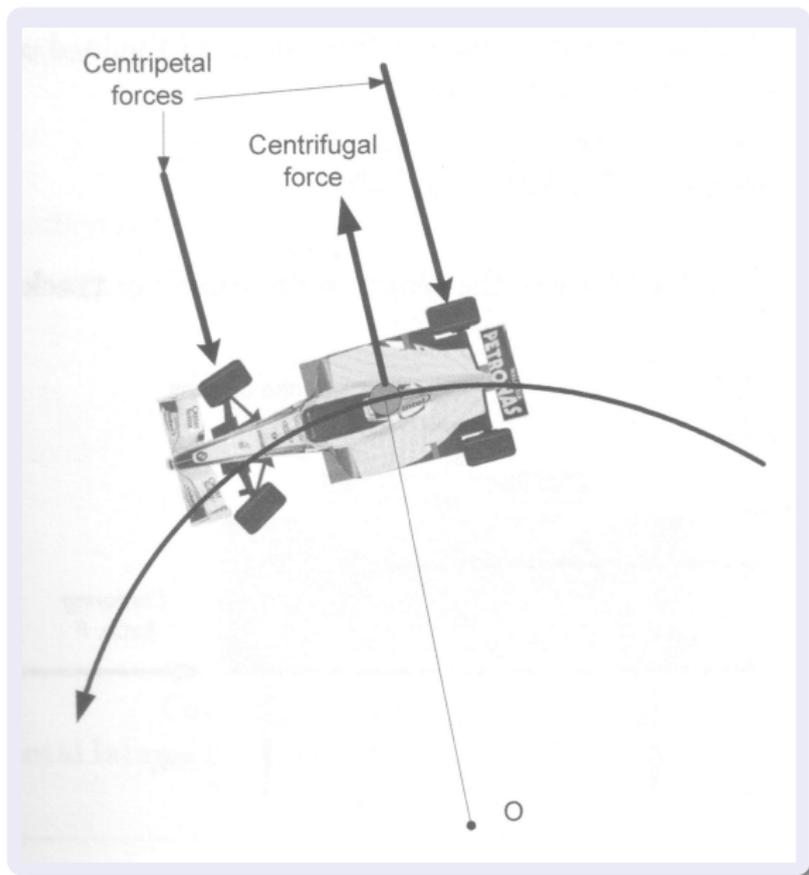
- 1 Elementos de uma corrida
- 2 Centro de massa
- 3 Carga estática e equilíbrio
- 4 Aceleração e transferência longitudinal
- 5 Frenagem e transferência longitudinal
- 6 Curva e transferência transversal**
- 7 Diagrama $g - g$
- 8 Downforce aerodinâmico
- 9 Referências



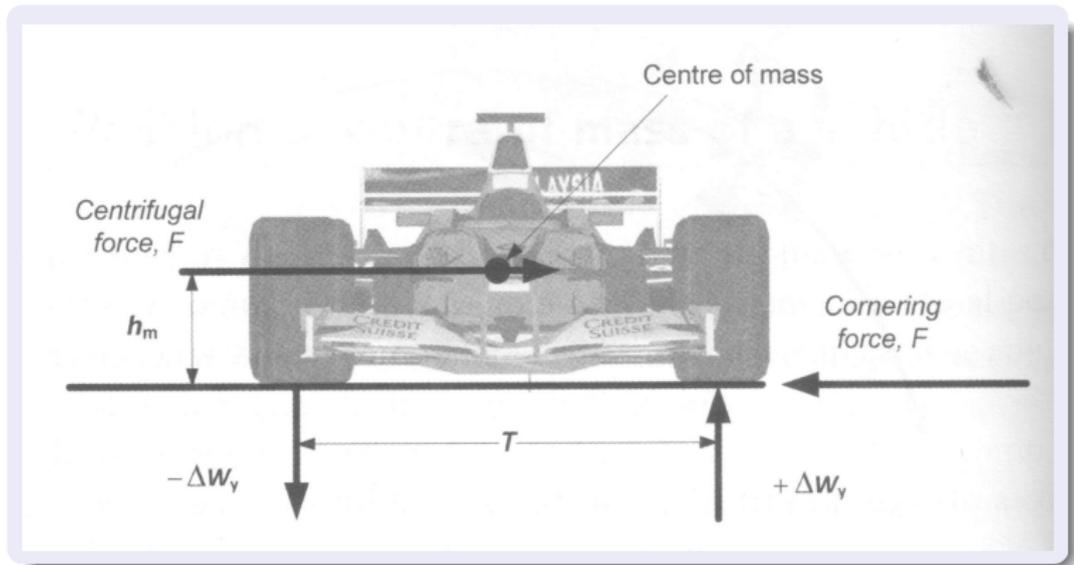
1.14-Força centrípeta



1.15-Carro percorrendo uma curva

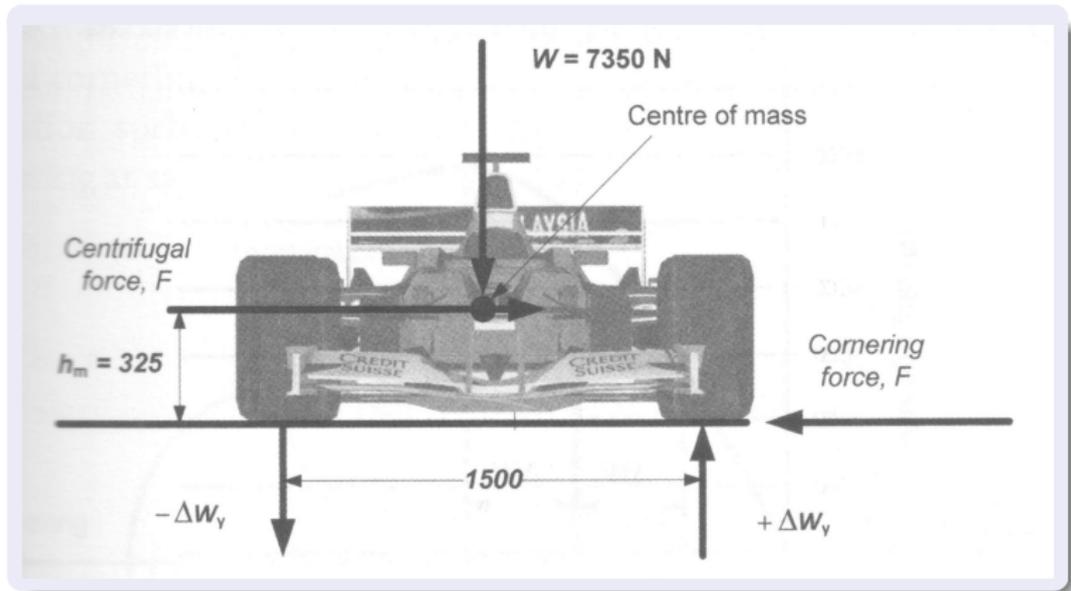


1.16-Transferência de carga lateral numa curva

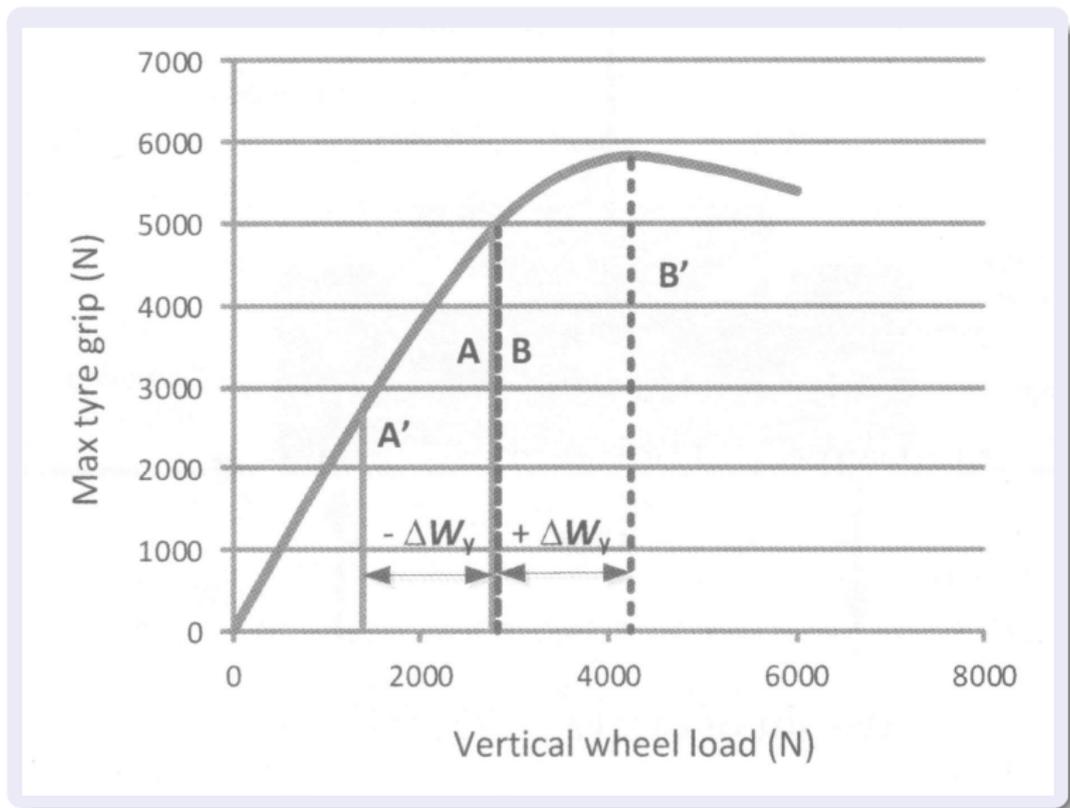


1.17-Transferência de carga lateral total numa curva

Exemplo 1.5



1.18-Curva e sensibilidade do pneu



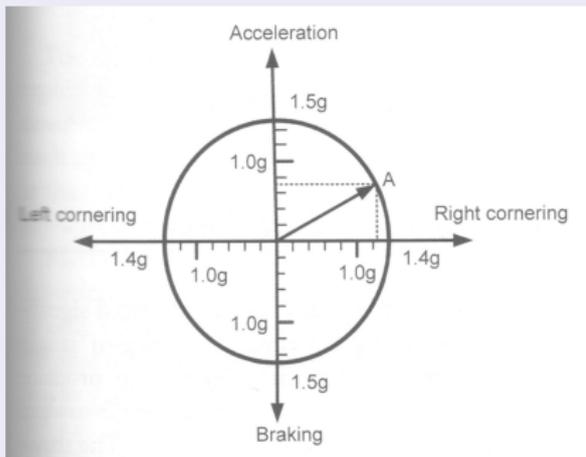
Sumário

- 1 Elementos de uma corrida
- 2 Centro de massa
- 3 Carga estática e equilíbrio
- 4 Aceleração e transferência longitudinal
- 5 Frenagem e transferência longitudinal
- 6 Curva e transferência transversal
- 7 Diagrama $g - g$**
- 8 Downforce aerodinâmico
- 9 Referências

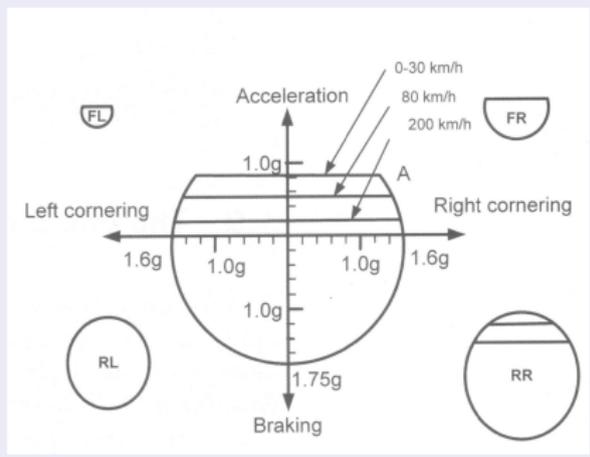


Diagramas $g - g$

De um pneu

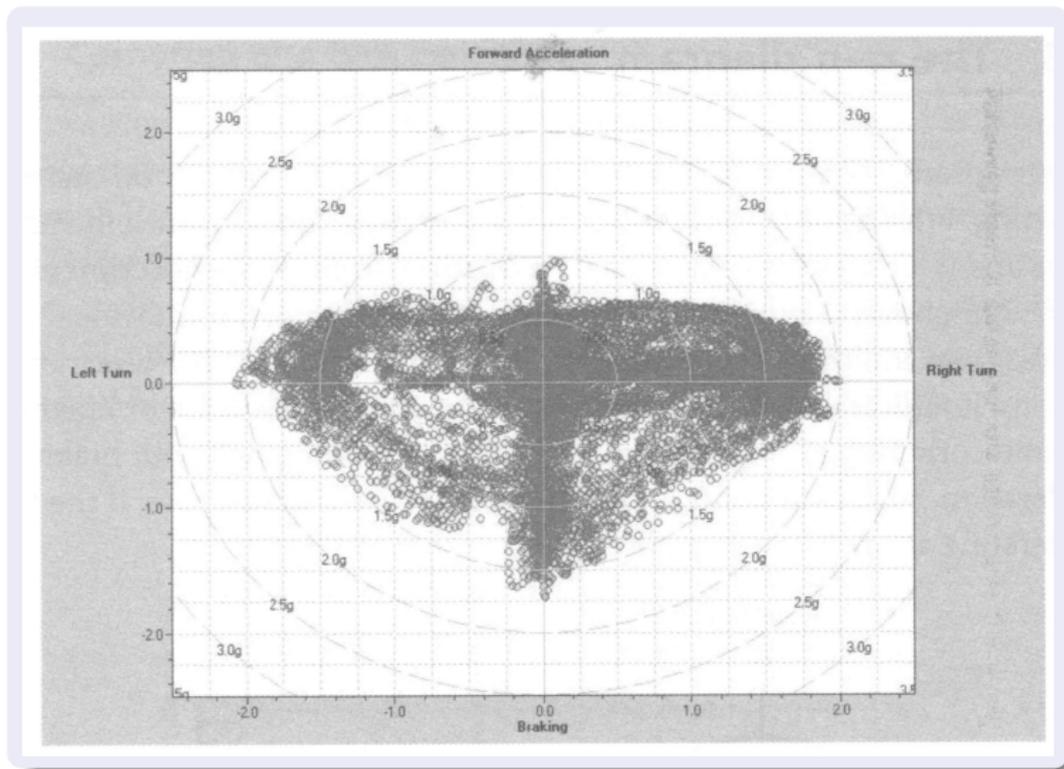


Do carro



1.21-Dados reais do círculo da tração

Produzido com o *software* DigiTools. (ETB INSTRUMENTS LTD., 2019)



Sumário

- 1 Elementos de uma corrida
- 2 Centro de massa
- 3 Carga estática e equilíbrio
- 4 Aceleração e transferência longitudinal
- 5 Frenagem e transferência longitudinal
- 6 Curva e transferência transversal
- 7 Diagrama $g - g$
- 8 Downforce aerodinâmico**
- 9 Referências



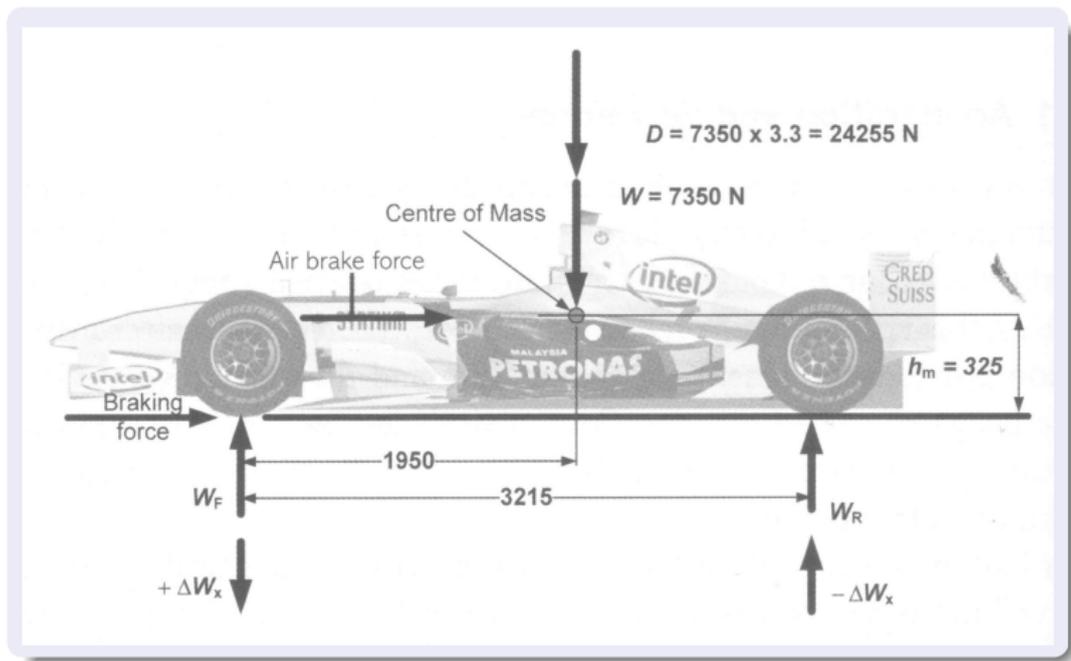
Efeito do *downforce* aerodinâmico

Tabela 1.2: Classificação típica de *downforce*.

Nível de <i>downforce</i>	Potência do motor	Velocidade máxima km/h (mph)	Downforce em g a 180 km/h (110 mph)	Downforce em valores de g na velocidade máxima	Exemplo
baixo	<200	225 (130)	0,5	0,7	motocicleta
médio	200-350	250 (150)	0,75	1,4	F3
alto	350-700	275 (170)	0,85	2,0	F2
muito alto	>700	320 (200)	1,0	3,3	F1

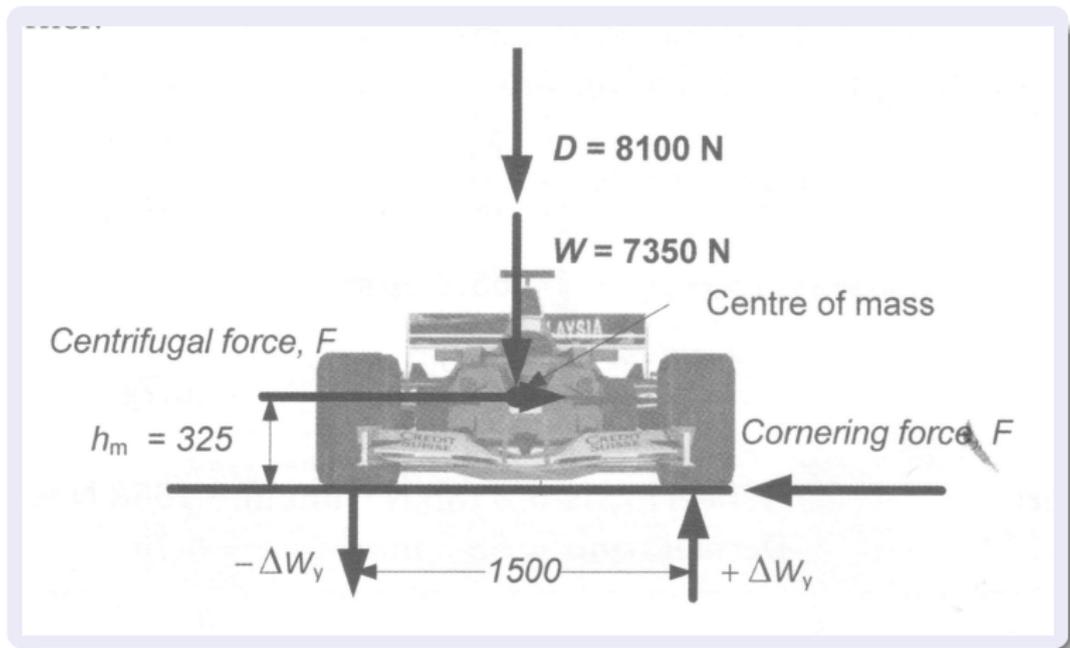
1.22-Frenagem com *downforce*

Exemplo 1.6

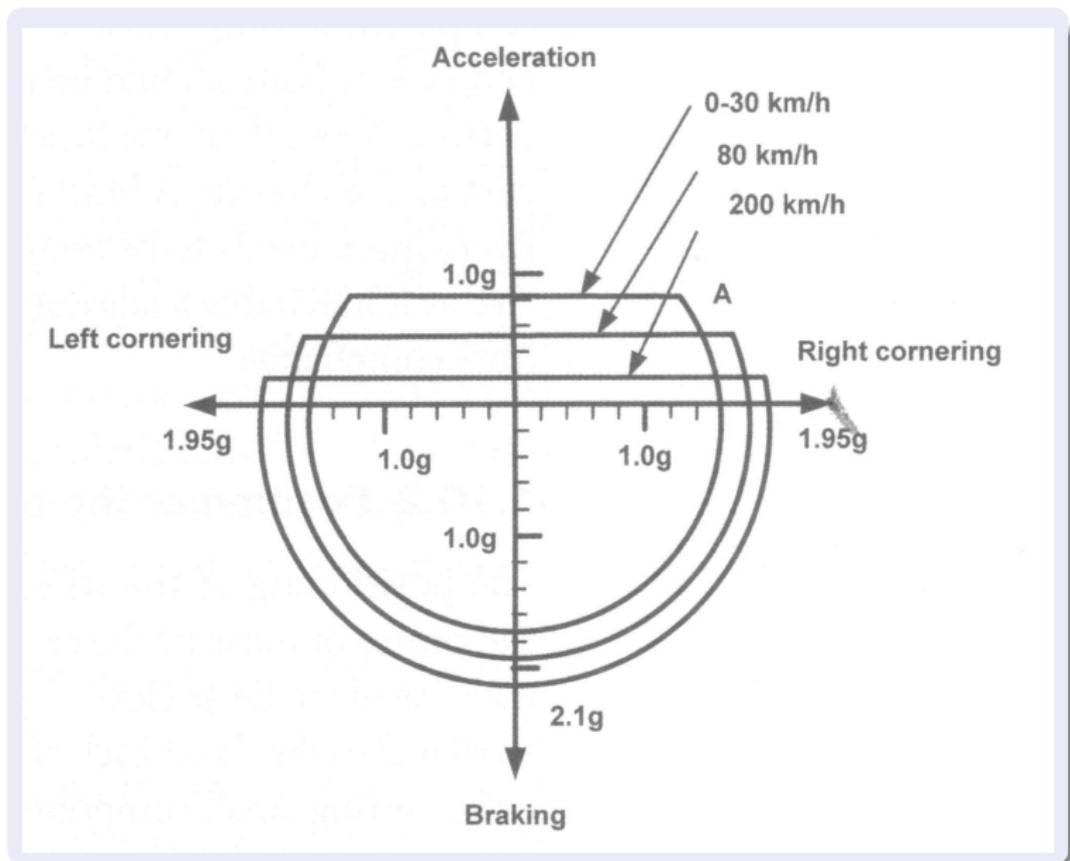


1.23-Curva com downforce

Exemplo 1.7



1.24-Diagrama g – g com *downforce*



Sumário

- 1 Elementos de uma corrida
- 2 Centro de massa
- 3 Carga estática e equilíbrio
- 4 Aceleração e transferência longitudinal
- 5 Frenagem e transferência longitudinal
- 6 Curva e transferência transversal
- 7 Diagrama $g - g$
- 8 Downforce aerodinâmico
- 9 Referências



Referências I

 ETB INSTRUMENTS LTD. *DigiDash Software*. 2019. Disponível em: <<https://www.etbinstruments.com>>.

 PALGRAVE MACMILAN. *Race Car Design*. 2019. Disponível em: <<https://www.macmillanihe.com/companion/Seward-Race-Car-Design/>>.

 SEWARD, D. *Race Car Design*. Suffolk, Inglaterra: Palgrave, 2014. ISBN 1137030143.

