


1.1) Ara Teslim

Ad: Berkcan
Soyad: Ciboğlu
No: 2004040049
İmza: 

Fizik Projesi

a-) Projemde seçtiğim konu: "Formula 1 ve Fizik"

b-) Projemde kullandığım Fizik konuları ve projemin kuralları

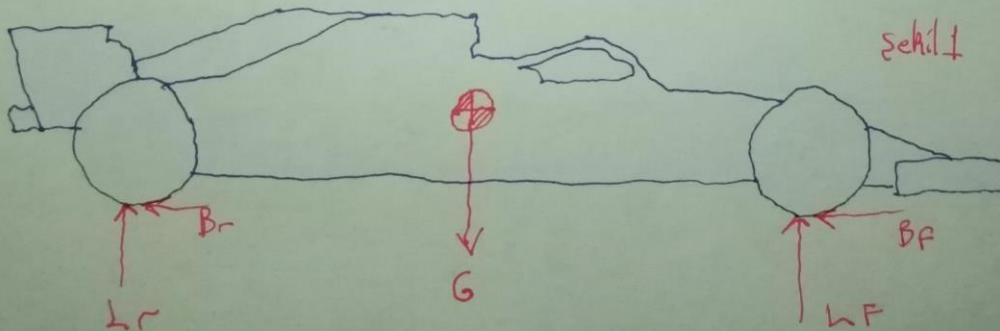
- 1- Fizik ve Ölçme.
- 2- Vektörler.
- 3- Newton'un Hareket Yasaları ve Uygulamaları.
- 4- Isı ve Termodinamik.

Kurallar: Projemde genel olarak Formula 1 araçlarının aerodinamiğini, üzerlerindeki "downforce" gücünü, araçların yaptıkları viraj hızını, yarış stratejisini, motorun termodinamiğini ve bu tarz şeyleri inceleyeceğim.

c-) Fizik konuları ile projem arasındaki ilişkiler:

1- Fizik ve Ölçme: Projemde bu konuyu birçok yerde kullandım çünkü büyüklüklerin SI birim sistemlerindeki kullanımı gerekiyordu. Aynı zamanda türetilmiş büyüklükler ve birim çevirme konusunda da bu konudan eğer yararlandım.

2- Vektörler: Vektörleri projemde çokça kullanmış olsam da örnek olarak aşağıdaki g kuvveti: serbest hareket eden bir nesnenin frenleme anında maruz kaldığı "kütleçekimsel olgusu" kuvvetlerin vektörlerini gösteren şekil 1'i verebilirim.



3- Newtonun Hareket Yasaları ve Uygulamaları: Newton 3 yasasını da projemde kullanıyorum ama en önemli olarak, Newton 3. yasasını Formula 1 araçlarını aerodinamisinde kullanıyoruz. Araba hava akışını yukarı doğru yönlendirdiği için hava da arabayı yere doğru itiyor. Böylece downforce kullanmış oluyoruz. Bunun önemli olma sebebi: Formula araçları aerodinamik olarak maksimum downforce elde edebilmek için tasarlanmıştır. Bu Formula araçlarını normal yorak araçlarından ayıran önemli bir özelliktir.

* Newtonun yasaları sayesinde oluşturulmuş bazı eşitlikler;

- $F = ma \Rightarrow m = \text{kütle} \quad a = \text{ivme} \quad F = \text{küvet}$

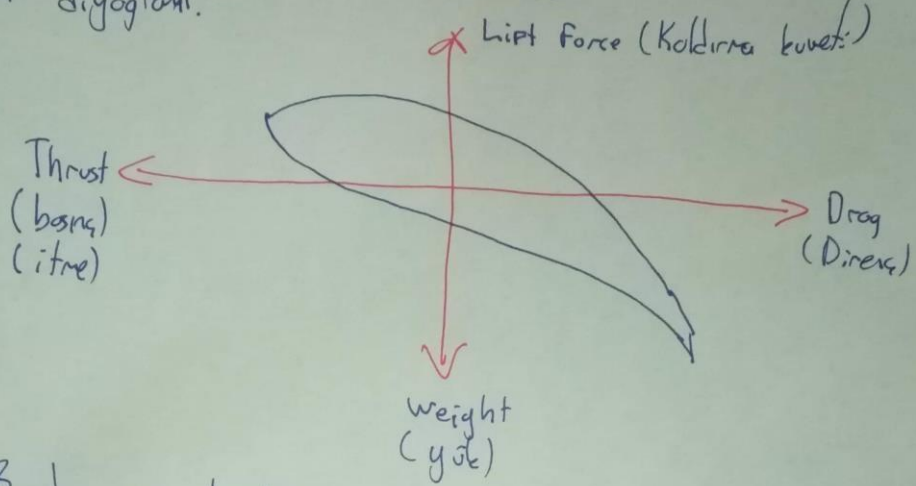
- $F_f = \mu N \Rightarrow F_f = \text{Sürtünme kuvveti} \quad \mu = \text{tekerlek sürtünme katsayısı} \quad N = \text{küvet}$

4- Bir ve Termodinamik: Termodinamik her gün hayatımızı sağlıyor olsa da kullanılıyor olsa da Formula 1 araçları için ayrı bir önem arz etmektedir. Bunun sebebi Formula araçları yüksek hızı elde etmek için yapılmıştır, yüksek hız ulaşırken motor ısı enerjisini sonuna kadar kullanmalıdır.

* Bunun yanında tüm Formula 1 araçları ısı enerjisini kontrol etme üzerine dizayn edilmiştir. (Termodinamiğin 0. yasası) çünkü eğer sıcak bir objeden soğuk objeye geçen ısıyı kontrol etmezsek ortaya çıkan yüksek enerji motoru değiştirir (termodinamiğin 1. yasası) fazla ısıya ve neticede motorun patlamasına yol açar.

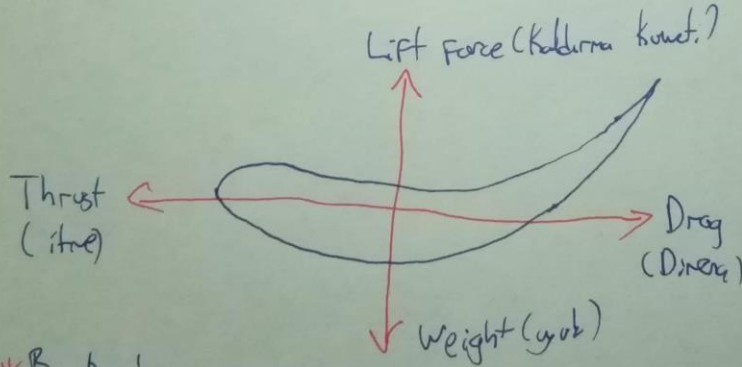
d-)

* Standart bir formda aracın ~~arka~~ ön kanadının serbest cisim diyagramı.



- Burada ön kanadın görevi gelen havayı aracın altına olmak. Aracın altındaki aerodinami sayesinde bu hava akışı downforcea dönüşür.

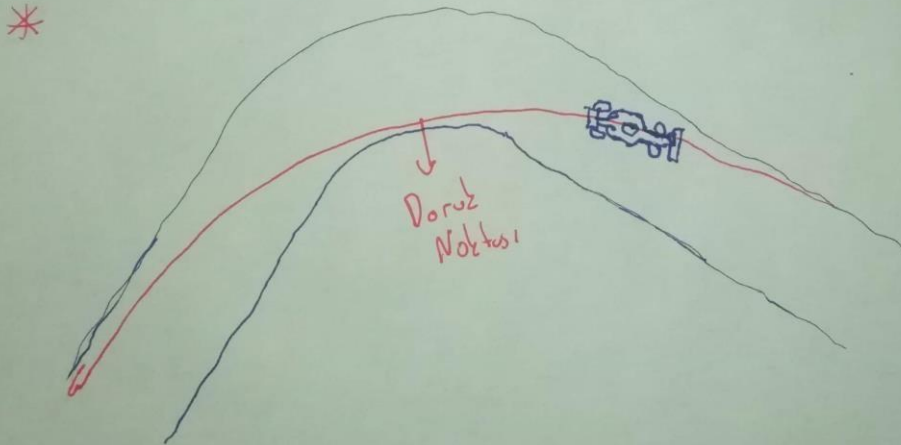
* Standart bir formda aracın arka kanadının serbest cisim diyagramı



* Bu kanadın amacı ise havayı yukarı itmek bu sayede hava Newton'ın 3. yasasında da olduğu gibi etkiye tepki uygulayarak aracı yere doğru itmes. Kanadın üstünde yüksek basınç olduğu için hava yavaş akarken kanadın altında bu olayın tam tersi oluyor ve bu sayede hava yukarı gidiyor.

Soru: Bir Formula aracı 90° lık bir viraji en hızlı şekilde nasıl geçer, Kanıtlayınız.

Cevap: Biz biliyoruz ki aynı hızda sahipsek bir çemberin çapı ne kadar kısaysa o yolu gitme zamanımız o kadar azdır. Ancak yarışlarda bu olay böyle oluyor. Aracın yavaşlaması, hızlanması ve araca etki eden merkezkaç kuvveti gibi faktörler ortaya çıkıyor. Bu sebeple araç yolun dış çemberinden başlayıp, dönüşü iç çemberde tamamlayıp sonra dış çembere geri çekilmelidir. Bu olayı aşağıdaki örnekte gösterebiliriz



Aracın izlediği bu yolu Perfect Line (Kusursuz çizgi) ismi verilir. Araç tam virajın ortasında dönüş noktasına ulaşır.

* Peki bu yol (Perfect Line) nasıl bulunur?

Bu yolu bulabilmemiz için cornering speed (viraj hızı) hesabı yapabiliyor olmamız gerekiyor. Bu hız dönüş yapan bir araç uygulanan sürtünme kuvveti ile eşitliği merkezkaç kuvvetinin eşitliği sayesinde ~~hesaplanır~~ hesaplanır; aracın dönüş yaparken yaptığı hızdır. Bu hızın formülü şu şekilde bulunur:

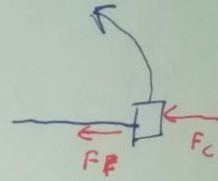
* ① $F_F = \mu N$

② $F_c = m a_c \Rightarrow F = m \left(\frac{v^2}{r} \right)$

③ $\mu N = m \left(\frac{v^2}{r} \right) \Rightarrow \frac{\mu N}{m} = \frac{v^2}{r}$

④ $v = \sqrt{\frac{\mu (ağırlık + Downforce) \cdot r}{m}}$

⑤ $v = \sqrt{\mu \cdot r \cdot g}$

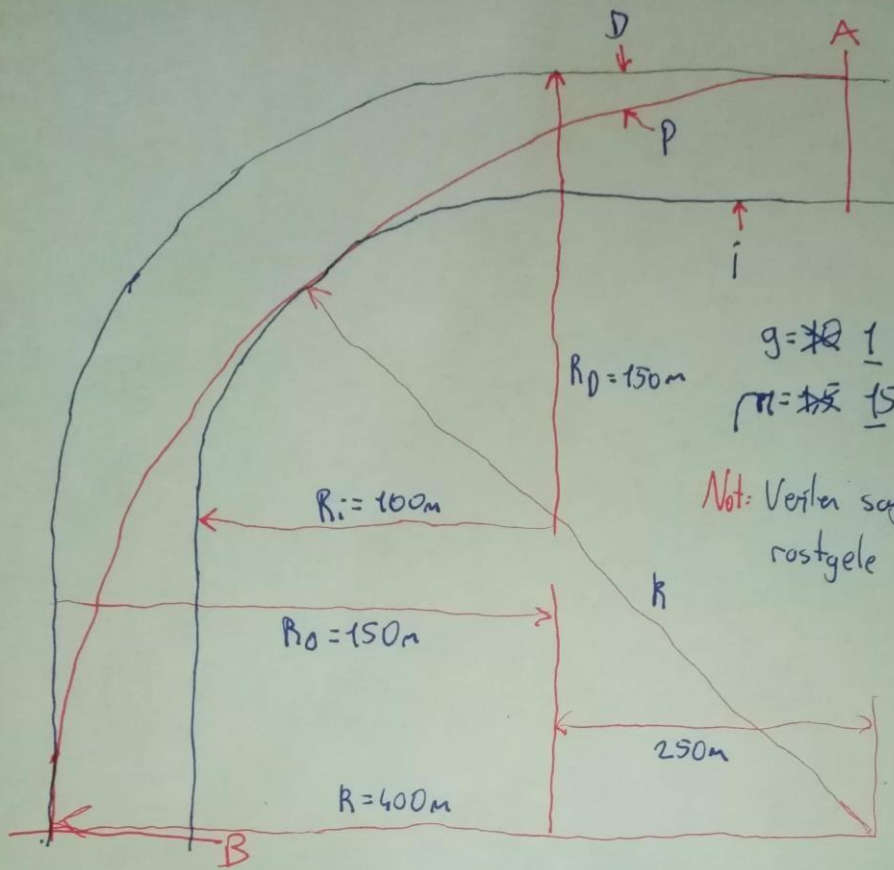


μ = Tekerlekler uygulanan sürtünme kuvveti

F_F = Sürtünme kuvveti

F_c = Merkezkaç kuvveti

* Gelelim sorunuza, sorumuzu cevaplamak için diğer sayfaya kendi belirlediğimiz ölçülerle bir örnek yolunu, yolumuzu 3 tane rotayla çizmeliyiz. Biri dış çember (d), diğeri iç çember (i), diğeri ise perfect line (P) olsun. Bu rotaların A bölgesinden B bölgesine gideceğini zamanlamayı bulup, bunu grafiklerle incelersek sorumuzu tam anlamıyla cevaplayabiliriz.



$$R_o = 150m$$

$$g = \frac{1}{15}$$

Not: Verilen sayılar tamamıyla rastgele ve anlamsızdır.

$$* V_{max} = \sqrt{R \cdot g}$$

$$* V_d = \sqrt{150 \cdot 1 \cdot 15} = 47,43 \text{ km/sh}$$

$$* V_i = \sqrt{100 \cdot 15 \cdot 1} = 38,72 \text{ km/sh}$$

$$* V_p = \sqrt{400 \cdot 15 \cdot 1} = 77,45 \text{ km/sh}$$

$$* V = \frac{x}{t} \quad t = \frac{x}{V} \quad \text{Geçerek Çember Çevresi} = \frac{2\pi r}{4}$$

$$* t_d: \frac{150 \times 3,14 \times 2 \times m}{4} = \frac{235,5 \times m \times 3600}{47,43 \times km \times 1000} = 17,87 \text{ saniye}$$

$$t_d = 17,87 \text{ sn}$$

+18 saniye

$$* \frac{100 \times 3,14 \times 2 \times m \times \frac{1}{4}}{38,72 \times km} = \frac{157 \times m \times 3600}{38,72 \times 1000} = 14,59 \text{ saniye}$$

$$t_i = 14,59 \text{ sn}$$

+18 saniye

$$* \frac{400 \times 3,14 \times 2 \times m}{4} = \frac{628 \times m \times 3600 \times sn}{77,45 \times 1000 \times m} = 29,19 \text{ saniye}$$

$$t_p = 29,19$$

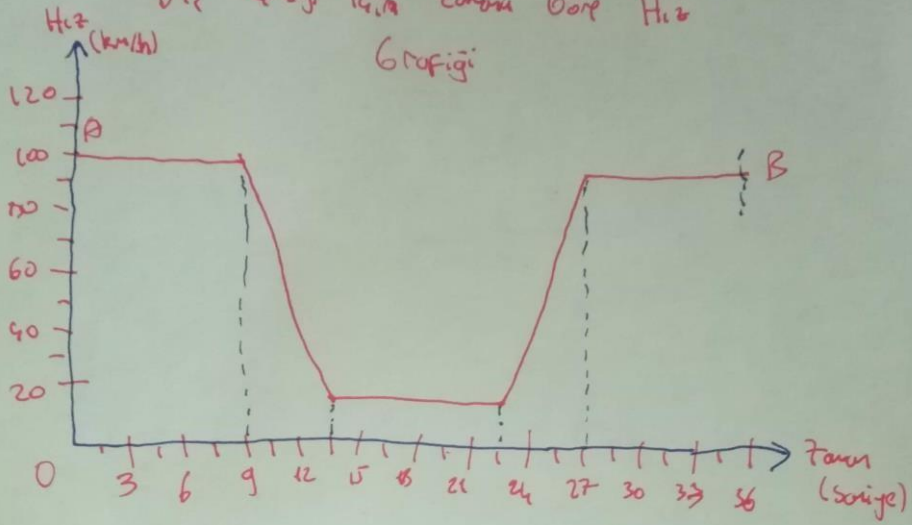
* Araçların çember dışındaki hızlarını 100 km/h olduğunu varsayarsak iç ve dış çemberin çembersel olmayan yolda geçirdikleri süreyi de hesaplayıp eklemiş oluruz.

$$* 250m = \frac{100 \times km}{s} \times t \Rightarrow 5m = \frac{2 \times km}{h} \times t \Rightarrow t = 9 \text{ saniye}$$

* Son durumda, dış yolda geçirilen 18 saniyeyi de t_i ve t_d 'ye eklersek A noktasından B noktasına en kısa zamanda ulaşabilen yol t_p yolu oldu. Bu sayede sonumuz çıkmış oldu artık yine de grafiklere incelemek gerekir.

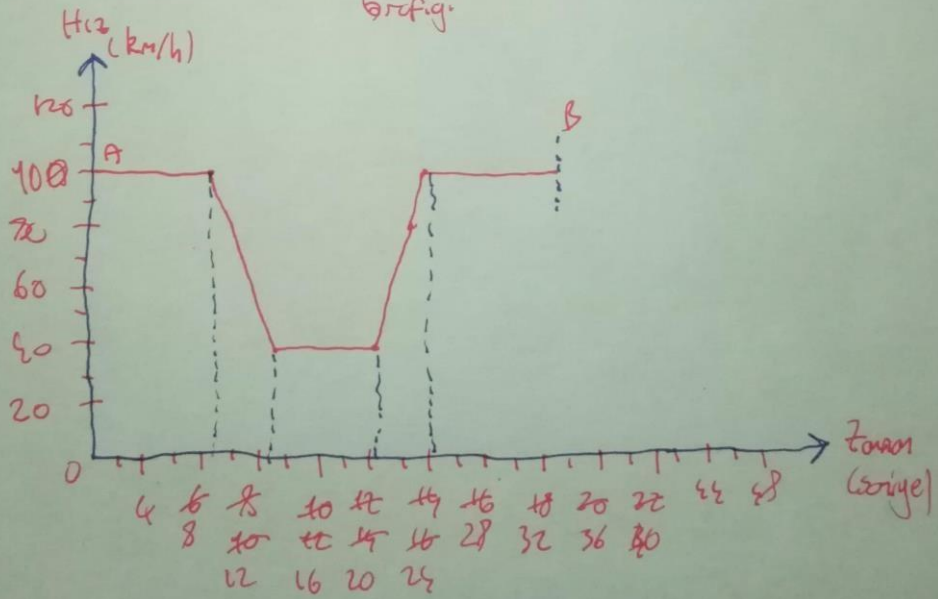
*

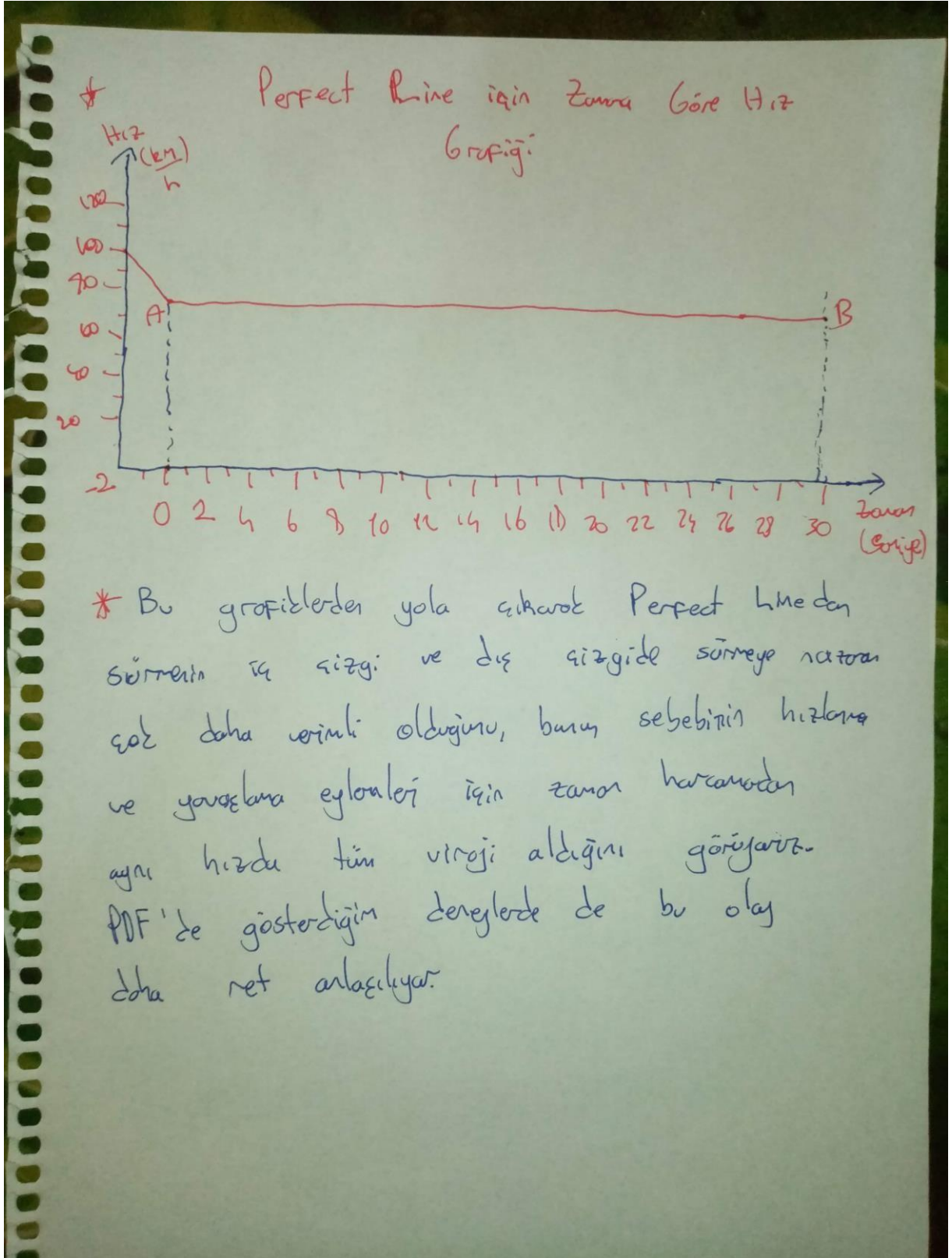
Diz Çizgi İçin Zaman Göre Hız
Grafığı



*

İç Çizgi İçin Zaman Göre Hız
Grafığı





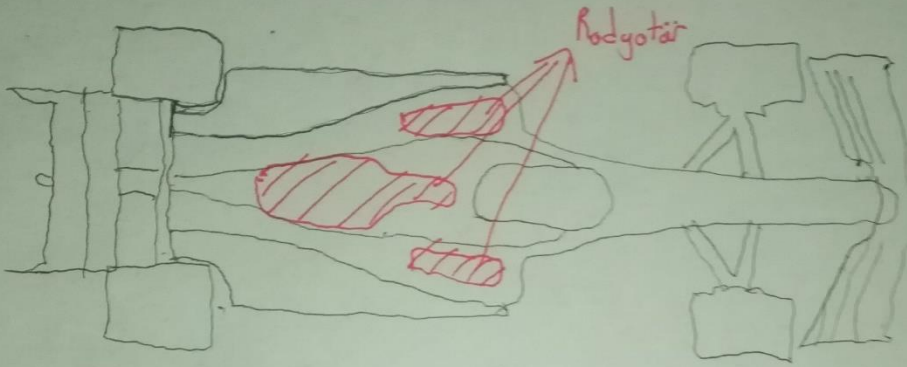
1.2) Ara teslimde yapılan değişiklikler:

- Kaynakça yenilendi

1.3)Final kısmı:

Soru 2-) Formula araçlarının motorunun ısı dengesi nasıl sağlanır, normal araçlardan veya yarış araçlarından farkı nedir ve bu dengesi sağlayan parçalar neye göre tasarlanmıştır.

Cevap 2-) Formula araçlarında, aşağıdaki şekilde de görülebileceği üzere 2 adet yanda, 1 adet üstte olmak üzere 3 adet radyatör bulunmaktadır.

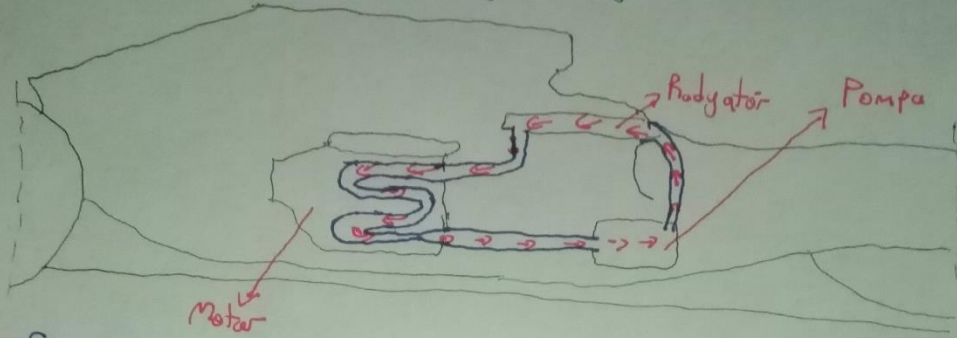


Radyatör: Sıcak olan motor yağını soğutmaya yarayan sistemdir. Aracın, aslında duvarı havadan çok daha hızlı olduğu için, havayı aracın içinden geçirerek motorla buluşturur. Bu esnada Termodinamiğin 2. yasası sayesinde ısı, sıcaktan soğuca doğru gider. Yani motorun ısısı havaya geçer.

Formula araçlarında sıvı soğutma vardır, yani normal arabalardaki gibi, hava doğrudan motorla buluşmaz. Bunun yerine, su pompasından ve motordan gelen su ile buluşur. (Örnek 1)

Isı Transferi: Motor \rightarrow Su \rightarrow Hava

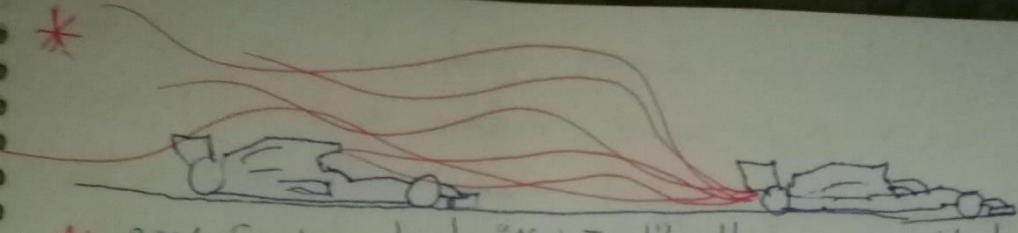
* basitçe hava transferi aşağıdaki gibi olur:



* Formula araçlarındaki ısı transferinin normal araçlardan farkına gelecek olursak, Formula araçlarının motorları normal motorlardan çok daha güçlü olduğundan dolayı, daha hızlı şekilde ısınlar. Araçta motor ile botanya birbirlerine çok yakın olduğu için eğer motor yeteri kadar soğutulamazsa, termodinamik yasaları gereği maddeler şekil değiştirir ve bu durum Formula araçlarının bozulmasına sebebiyet verir. Ancak Formula araçları hızları ve aerodinamikleri sayesinde bu durumu üstesinden gelebilirler. Yine de Formula araçlarının yavaş gitmesinde sebep olan bir durum olursa, motor yeteri kadar soğutulamayacağından bu durum tehlikeye teşkil edecektir. Yine bu duruma bağlı olarak eğer Formula aracı yarış esnasında önündeki aracın hava tüneline girecek olursa, dış bir şekilde gelen (türbülans) hava, Formula aracının radyatörlerine giremeyecektir ve bu durumdan dolayı motor yeteri kadar soğutulamayacaktır.

Bu olay, senarati soyfada bulunan şekiller gözlenilebiliriz.

*



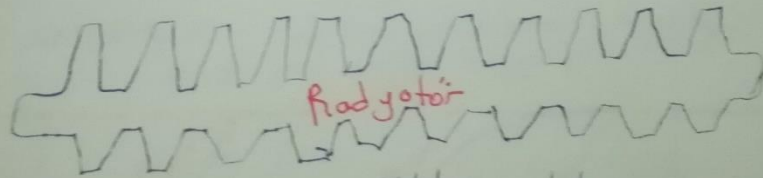
Not: 2021 Formula araçlarında "Wind Tunnel" etkisi inanılmaz ölçüde azaldığı için, bu durum 2020 ve öncesindeki Formula araçları için geçerlidir.

* Sonuç son kısma gelecek olursa, Radyatör kısmında çok temel bir kural vardır:

- Daha fazla ~~hava~~ direnç = daha fazla ön yüzey alanı
- Daha fazla soğutma = daha fazla yüzey alanı.

* Bu yüzden radyatörün içinde ve yapısında değişkenlikler yapmaya geçtin; içinde yapmaya geçen değişkenlikler, radyatörün kapama ve içine sütunlar ve bakanlar eklemek dur. Eğer bu işleri yaparken uygun değerlere bağlı olarak, dış yüzey alanını azaltmazsanız rağmen, havanın akışkanlığı sayesinde verim kaybetmezsiniz. Örnek olarak alttaki şekli ve Örnek 2 ve Örnek 3'ü inceleyiniz.

*



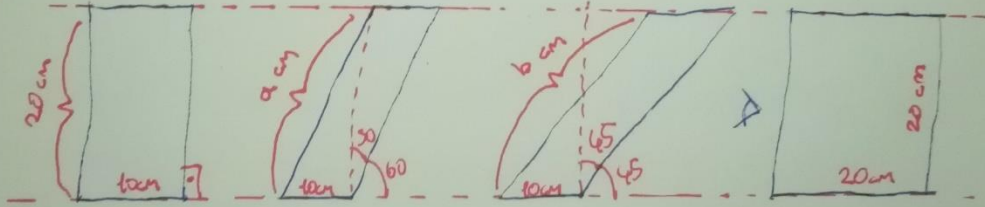
* Yukarıdaki veriler 2 eşitlikten oluşmaktadır, ön yüzey arttırdığımız radyatörün, araca uyguladığı hava direncini de arttırmış olur ve bu durum aracı yavaşlatır. Aynı şekilde yüzey alanını da arttırmaz radyatörün etkisi olduğu soğutma oranını da arttırmış olur.

* Bu sebeplerden dolayı formula aralarında bulunan radyatörler, diğer aralarda bulunan radyatörler göre yapısal değişikliklere sahiptir. Radyatör dikdörtgeni değil, eşkenar dörtgendir. (Örnekle, Örnek 5, Örnek 6)

* Bunun nedenini anlayabilmemiz için önceki sayfada yaptığımız olduğumuz 2 eşitliği normal aralık radyatörleri içinde optimize etmemiz gerekir. Normalde dikdörtgen prizma olan radyatörün ön yüzey alanı aynı olacak şekilde ağı vererek, 3 boyutlu eşkenar prizmaya çevirmemiz gerekir. Çünkü bu işlemi yaparken radyatörün ön yüzey alanı sabit kalırken, yüzey alanı artmaktadır. Kalınlığı ise aracın aerodinamiğine göre ayarlanmalıdır. (Kalınlığı çok arttırdığımız takdirde hava, radyatörün ortalarında ısıyı, motorun ısıyla eşitleyebileceği için bu ^{dağı} bir eğilime garmaktadır.

* Hadi bu dağı, diğer araları sırasıyla 30° , 60° , 45° verdiğimiz ve kalınlıkları 10 cm olan 3 x, y, z prizmalarında deneyimleyerek aralarındaki değişiklikleri ve sağlama oranlarını karşılaştıralım.

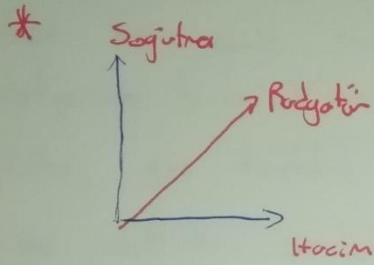
*



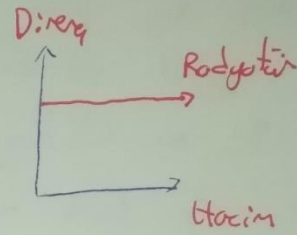
	x	y	z	ciğerin ön yüzey alanı
Uzun Kenar	20 cm	$a \cdot \cos 30 = 20$ $a = 23 \text{ cm}$	$b \cdot \cos 45 = 20$ $b = 28 \text{ cm}$	
Ön yüzey Alanı	$20 \cdot 10 = 400$ 400 cm^2	$20 \cdot 20 = 400 \text{ cm}^2$	$20 \cdot 20 = 400 \text{ cm}^2$	
Hacim	$20 \cdot 10 \cdot 10 = 2000$ $20 \cdot 20 \cdot 10 = 4000 \text{ cm}^3$	$23 \cdot 20 \cdot 10 = 4600 \text{ cm}^3$	$28 \cdot 20 \cdot 10 = 5600 \text{ cm}^3$	

* daha fazla daha fazla
hacim = yüzey alanı ! Radyatörün içi boşluk dolu olduğu için
böyle kabul ediyoruz.

* $V_z > V_y > V_x \Rightarrow \text{Soğutma}_z > \text{Soğutma}_y > \text{Soğutma}_x$
 \Downarrow
 $\text{Direnç}_z = \text{Direnç}_y = \text{Direnç}_x$



- Radyatör için Hacim göre
Soğutma grafiği



- Radyatör için Hacim göre
Direnç grafiği

* Bu sorudan çıkaracağımız gereken sonuç: prizmanın
büyüklüğü arttıkça, soğutma özelliği artarken
direnç aynı kalmaktadır. Bu olay, örnek ve örnekte de görebiliriz.

Soru 3) Bir formula aracı, maksimum hızda giderken (375 km/saat) nasıl bir hava direnci ile karşılaşır? Bu hava direncinin üstesinden gelebilmesi için ne kadar beygir gücüne ihtiyaç duyar? Beygir gücü nedir?

Cevap 3) Bu soruyu yanıtlayabilmemiz için öncelikle hız ile beygir-gücünün ne olduğunu anlamamız gerekir. Hız zaten bildiğimiz üzere bir cismin zamanla bağlı aldığı yolu ifade eder, SI birim sisteminde birimi V , sembolü m/s 'dir. Beygir gücü ise bir güçtür, güç türetilmiş bir büyüklüktür ve SI birim sisteminde birimi watt'tır sembolü J/s 'dir. Ancak güç elektrik gibi yerlerde watt olarak kullanılsa da araçlarda güç, beygir gücü ile ifade edilir.

* Belli bir hızda yol alabilmek için ne kadar beygirgücüne ihtiyaç duyarız? Newton'un 1. yasasına göre cevapımız 0 olmalı. Çünkü Newton'un 1. yasası gereğince bir cisim, belli bir hızla düz bir doğrultuda ilerliyorsa, bu cisim karşı bir kuvvete maruz kalmadığı sürece eğerin sonuna kadar aynı hızla ilerlemeye devam eder. Yani bir cisme beygir gücü uygulanıyorsa, o cisme mukaddele etki eden karşı bir kuvvet buluruz.

* Burada yola girerek sorumuzu gözdebiilmek için Formula 1 aracına etki eden karşı kuvvetleri belirlememiz gerekir. Bu kuvvetlerden en önemli olan 2 kuvvet hava direnci ve lastiklerin sürtünme direncidir. Bu kuvvetler Newton'un 3. yasasından gelir. Yapılan etkilere bir tepkidir.

Temel Formül

$$* F = \frac{1}{2} \cdot C_d \cdot A \cdot \rho \cdot v^2$$

- C_d = Sürtünme katsayısı, Formül 1 araçların lastiklerindeki P_{red} tarafından verilir. Yorgunluk, yağmur lastikler halinde 3 adet lastik tipi kullanılır. Bu lastiklerin ayırt edici özellikleri yumuşaklık seviyeleridir. Bu sırada yumuşak lastiklerin sürtünme katsayısı olan 1,6'yı kullanacağız.

- ρ = Havanın yoğunluğu

- A = Arabanın ön bölgesinin alanı, bu sırada örnek 'de olduğu gibi arabanın önünün kaç kare olduğunu bulmamız gerekiyor. Formül araçların ön bölgesi $0,65 \text{ m}^2$ 'dir.

- v = Aracın hızı (375 km/saat)

- F = Hava direnci

* Sorumu çözebilmek için havanın yoğunluğunu hesaplamamız gerekmektedir, bize biliyoruz ki havanın %79'u Nitrojen ve %21'i oksijendir. Nitrojenin moleküler ağırlığı 28, oksijenin moleküler ağırlığı 32'dir. Moleküler ağırlık 22,4 litre gazda bulunan kütleyi gösterir. Yani hesap yapacak olursak havanın yoğunluğunu:

$$* \frac{0,79 \cdot 28 \text{ g} + 0,21 \cdot 32 \text{ g}}{22,4 \text{ l}} = \frac{28,84 \text{ g}}{22,4 \text{ l}} = 1,29 \text{ g/l}$$

olarak bulunur.

* Formüldeki değerleri yerine yazarsak;

$$F = \frac{1}{2} \cdot C_d \cdot A \cdot \rho \cdot v^2$$

$$F = \frac{1}{2} \cdot 1,6 \cdot 0,650 \text{ m}^2 \cdot 1,29 \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot \left(375 \frac{\text{km}}{\text{saat}} \right)^2$$

$$F = 94331,25 \cdot \text{m}^2 \cdot \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot \frac{\text{km}^2}{\text{saat}^2}$$

$$F = 94331,25 \cdot \text{m}^2 \cdot \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1000000 \text{ s}^2}{1 \text{ saat}^2} \cdot \frac{1}{12960000}$$

$$F = \frac{94331,25 \text{ m} \cdot \text{kg} \cdot 1000 \cdot 1000000}{1000 \cdot 12960000 \text{ s}^2}$$

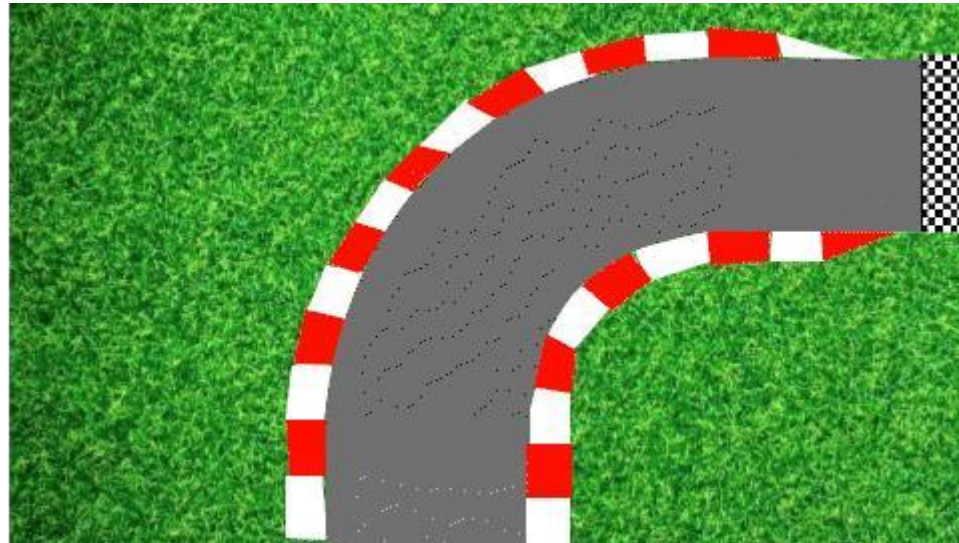
$$F = 7278645,833 \text{ N}$$

* Formül aracına uygulanan hava direncini bulduk şimdi bu değeri
muz değeri yer çekimi Sabiti (9,8 m/s²) ye böldüğümüzde takdirde
Araca uygulanan beyyirgücünü bulmuş oluruz.

$$m = \frac{7278645,833 \text{ kg} \cdot \text{m}}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 742718,962 \text{ kg}$$

$$m = 742718,962 \text{ kg}$$

Bazı Simulasyonlar: (PDF’te gözükmeyebilir, Çevirimiçi görmek için [tıklayın](#))



Örnek 8



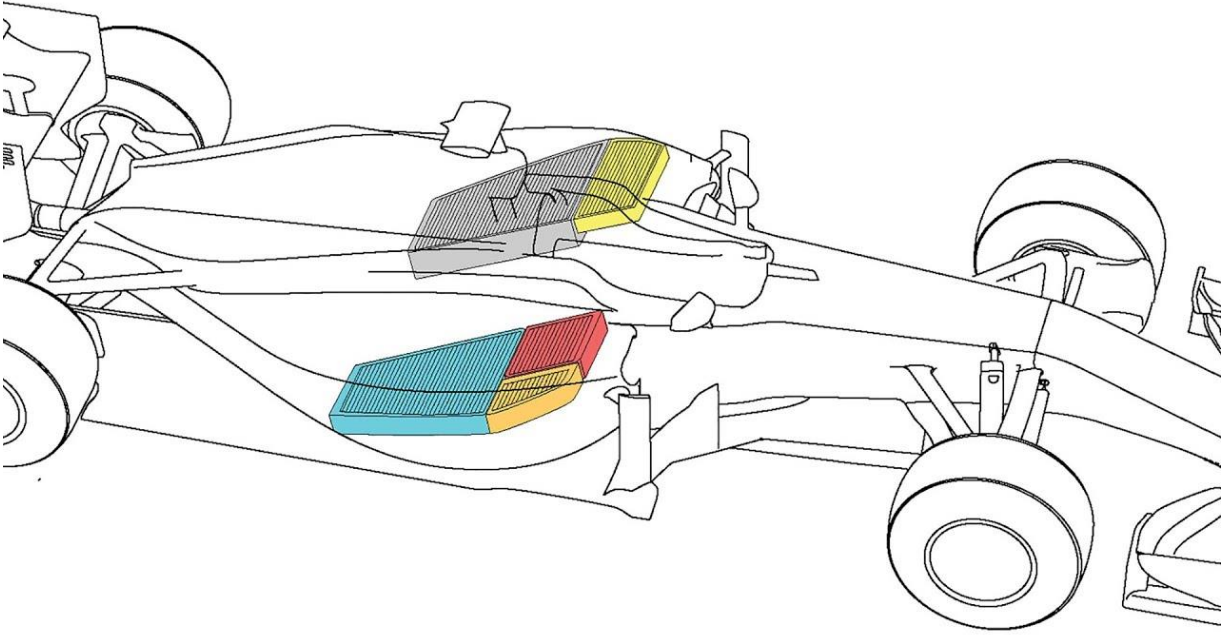
Örnek 1



Örnek 2



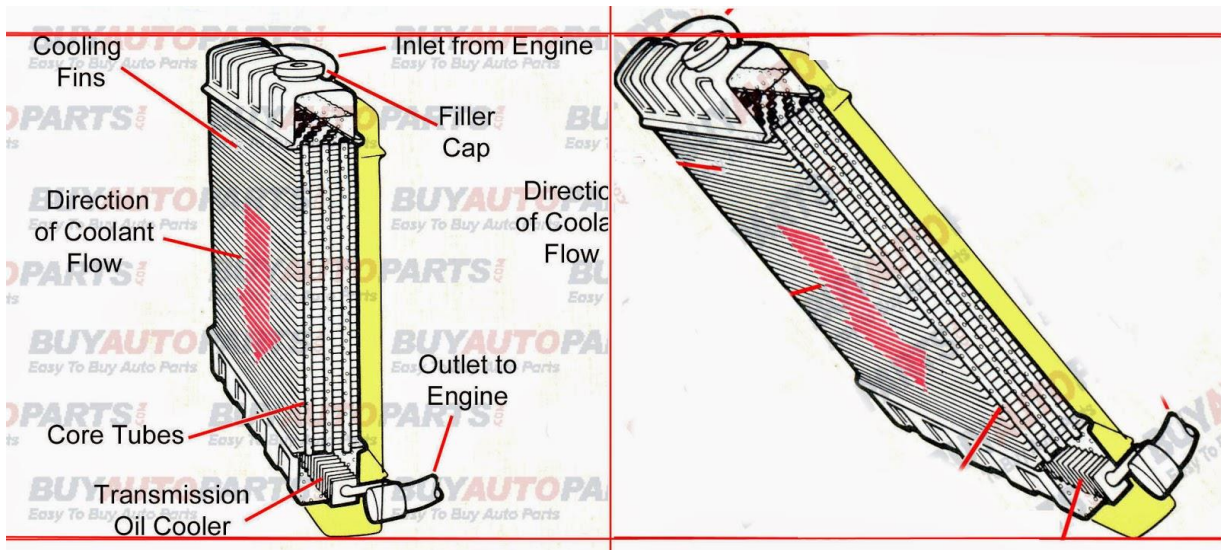
Örnek 3



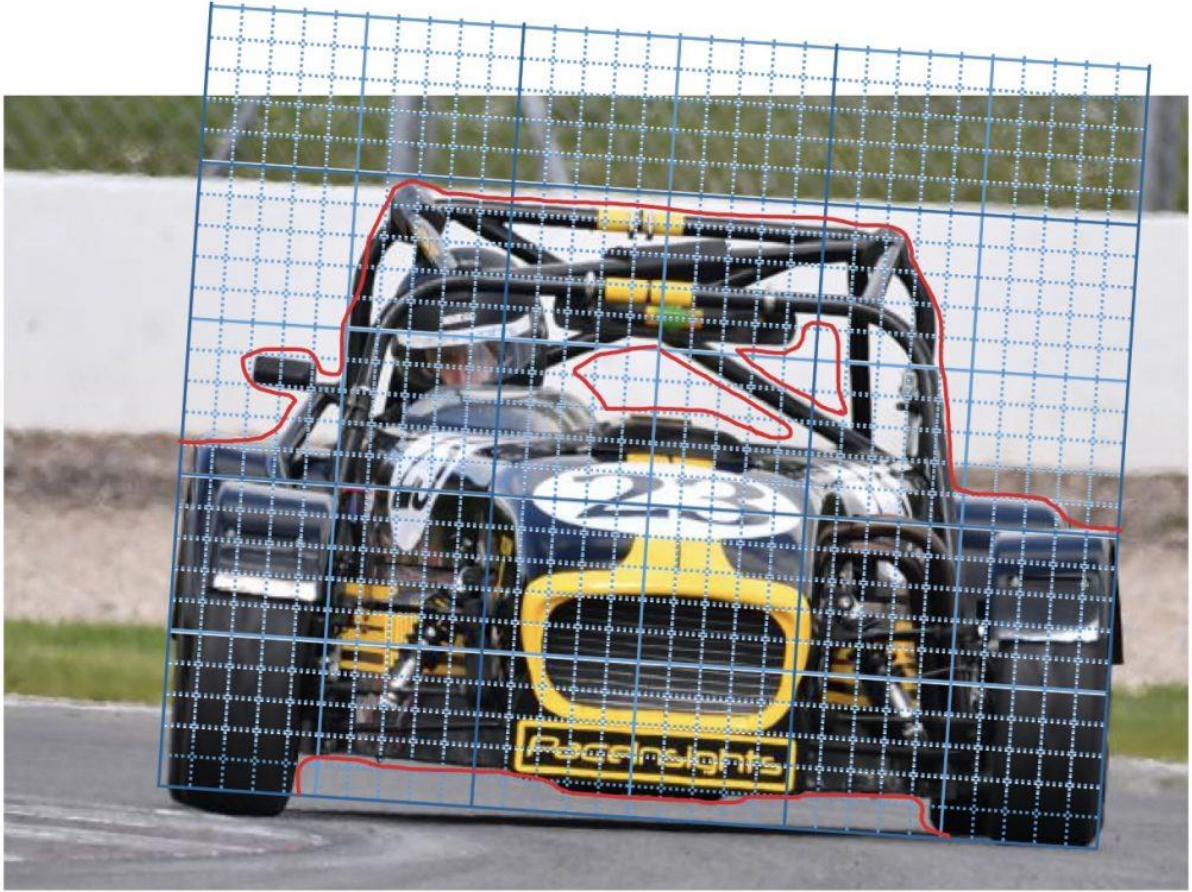
Örnek 4



Örnek 5



Örnek 6



Örnek 7

Kaynakça:

- I. Physics of Racing, Brian Beckman
- II. [Chain Bear](#)
- III. [Engineering Explained](#)
- IV. [lumenlearning.com](#)
- V. [eklapysics.blogspot](#)
- VI. [physicsofformula1.blogspot](#)
- VII. Örnek 1: [f1technical.net](#)
- VIII. Örnek 2, Örnek 3, Örnek 4, Örnek 5: [motorsportimages.com](#)
- IX. Örnek 6: [somersf1.co.uk](#)
- X. Örnek 7: [yourdatadriven.com](#)
- XI. Örnek 8: [physicsofformula1.blogspot](#)