

FIZYKA W ZAWODZIE KIEROWCY



Fizyka w zawodzie kierowcy

Katarzyna Adamczyk

Natalia Piekarska

Michał Kąsiel

Klasa VII a

Nie ma uciezki

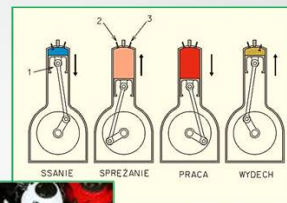
Można łamać różne prawa, ale od praw fizyki nie ma uciezki. Jej ogólne prawa objawiają się wszędzie, nawet podczas jazdy samochodem. Gdyby nie znajomość fizyki, nigdy nie udałoby się skonstruować samochodów, bez których trudno sobie wyobrazić współczesną cywilizację. Przemierzamy się samochodami, autobusami czy taksówkami, wozimy towary. Działanie samochodu i świat kierowców to przykład zastosowania fizyki w praktyce. Fizyki nie zauważamy, ale w praktyce korzystamy z niej wszyscy.



Dlaczego samochód jedzie

Działanie samochodu to przykład zastosowania fizyki w praktyce.

Po uruchomieniu silnika przez kierowcę tłok (1) przesuwa się w górę sprężając mieszankę, zawór wlotowy (2) zostaje zamknięty. Sprężanie wzbudza cząsteczki, podwyższając temperaturę do co najmniej 393°C. Gdy iskra ze świecy zapali sprężoną mieszankę, kontrolowane spalanie powoduje, że gazy szybko rozprężają się wymuszając opadanie tłoka w dół. W czwartym i ostatnim etapie następuje otwarcie zaworu wydechowego (3), tłok unosi się wypychając gazy spalinowe na zewnątrz cylindra i pozostaje w pozycji uniesionej, gotów do rozpoczęcia następnego cyklu pracy. Układy przekładni przenoszą ruchy tłoka w górę i dół na koła, powodując ich obrót. Obracanie kół sprawia, że samochód zaczyna się przemieszczać.



Moc

Informuje nas, ile pracy może wykonać dane urządzenie lub osoba w określonej jednostce czasu, np. w ciągu sekundy.

Jednostką mocy jest wat [W]. Urządzenie ma moc 1 wata [W] jeśli w ciągu 1 sekundy [s] wykona pracę 1 dżula [J], czyli:

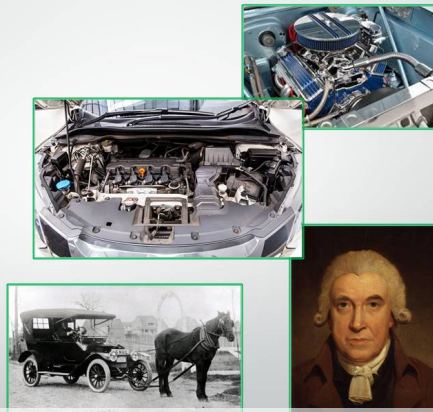
$$1 \text{ W} = 1 \text{ J} \cdot 1 \text{ s}$$

W motoryzacji jako jednostki mocy tradycyjnie używa się jeszcze koni mechanicznych [KM].

Zbliżoną co do wartości do konia mechanicznego jednostką mocy zdefiniował James Watt. Jest to tzw. koń parowy [HP]. Zależność pomiędzy tymi jednostkami jest następująca:

$$1 \text{ KM} = 735,49875 \text{ W} = 0,9863 \text{ HP}$$

Moc 1 KM odpowiadała mocy zaprzęgu z jednym koniem, 2 KM – z dwoma koniami itd. Jest to tzw. moc brutto konia, liczona z pominięciem rozmaitych strat.



James Watt – szkocki konstruktor i wynalazca

Ruch. Prędkość, droga, czas

Ruch - zjawisko względne, tzn. że jego opis zależy od sytuacji obserwatora lub wybranego układu współrzędnych.

Tor ruchu – linia, po której odbywa się ruch.

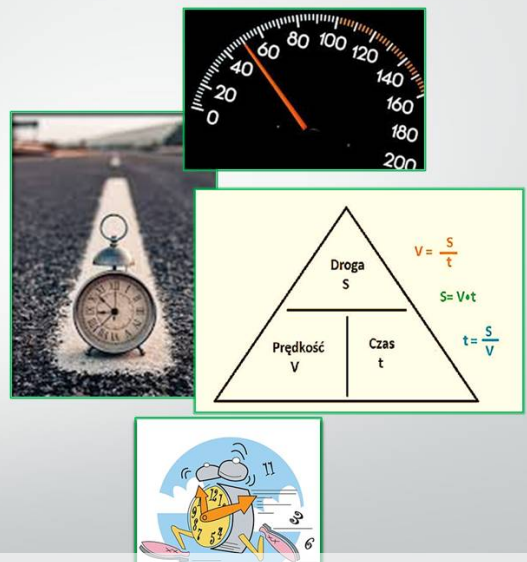
Droga – długość toru ruchu. W ruchu prostoliniowym tor ruchu i droga bywają równe.

Przemieszczenie – odległość między początkowym a końcowym punktem ruchu.

Prędkość obiektu (np. samochodu) wyraża, jaką odległość pokonuje ten obiekt w pewnej jednostce czasu.

Podstawową jednostką prędkości w układzie SI jest metr na sekundę - m/s. W życiu codziennym prędkość (np. samochodu) wyraża się jednak najczęściej w km/h.

Wg przepisów ruchu drogowego w Polsce prędkość samochodu osobowego w terenie zabudowanym nie powinna przekraczać ok. 13,9 m/s (50 km/h) - samochód w ciągu sekundy nie powinien przejeżdżać więcej niż 13,9 m. Maksymalna prędkość na drodze szybkiego ruchu to 110 km/h, czyli 30,6 m/s - jadący z tą prędkością samochód w ciągu sekundy przejeżdża odcinek ok. 30 m.

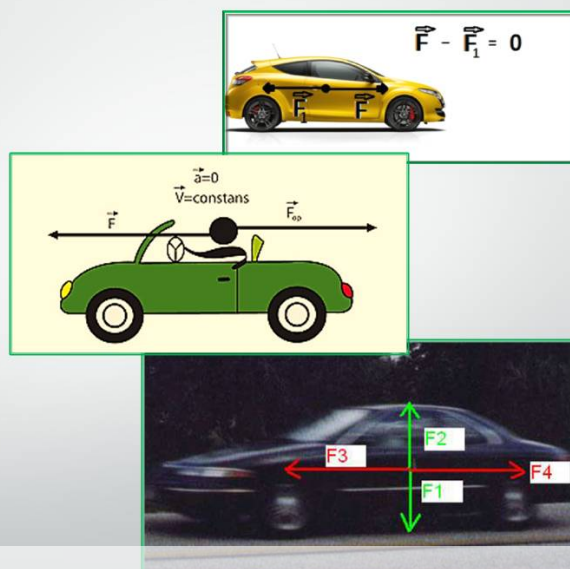


I zasada dynamiki Newtona

Jeżeli na ciało nie działa żadna siła lub działające siły równoważą się, to ciało pozostaje w spoczynku lub porusza się ruchem jednostajnym prostoliniowym względem nieruchomego układu odniesienia.

siły oporu (F_{op}) = **siła ciągu** silnika F

Jeśli ciało spoczywa to dalej będzie spoczywać, natomiast jeżeli się porusza to będzie kontynuować swój ruch wzdłuż tej samej prostej z tą samą prędkością.



Samochód w spoczynku

F_s - siła sprężystości podłoża

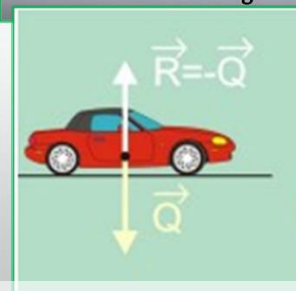
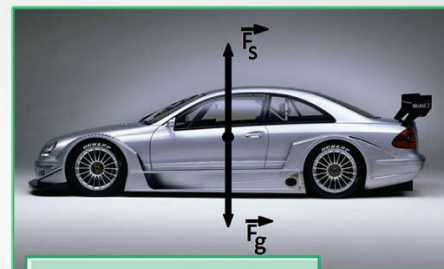
F_g - siła grawitacji

$$F_g + F_s = 0$$

Obie siły równoważą się, przez co ciało pozostaje w spoczynku.

Gdy samochód jest zaparkowany, wszystkie siły na niego działające muszą się równoważyć; suma wszystkich sił działających na samochód wynosi 0 N. Stąd całkowita siła wypadkowa również się zeruje, co stanowi podstawę pierwszego prawa Newtona. Wówczas zarówno przyspieszenie, jak i prędkość samochodu wynoszą 0.

Gdy suma sił działających na ciało jest równa zero, np. $\vec{R} + \vec{Q} = 0$, to ciało pozostaje w spoczynku, lub w ruchu jednostajnym prostoliniowym. Mówiąc inaczej, ciało jest bezwładne (zasada bezwładności), do zmiany jego stanu w układzie odniesienia potrzebna jest siła (tym większa im większa jest masa ciała).



Zasada bezwładności

Bezwładność ciała polega na dążeniu tego ciała do zachowania swego stanu ruchu. Jeżeli ciało spoczywa, to chce spoczywać dalej, a jeśli ciało porusza się, to chce się poruszać dalej.

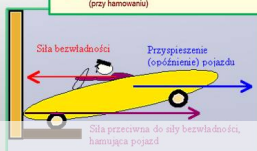
Gdy jadący pojazd nagle zaczyna hamować, przedmioty, które nie są umocowane, zaczynają się poruszać w tę stronę, w którą jechał pojazd. Dotyczy to także ludzi. Podobnie jest, gdy pojazd rusza z dużym przyspieszeniem. Wtedy niemocowane przedmioty i jadący pojazdem ludzie zaczynają poruszać się względem ścian pojazdu do tyłu.

Miara bezwładności ciała jest masa [m] wyrażana w kilogramach [kg].

Siły bezwładności, z jakimi możemy się spotkać podczas ruchu pojazdu, to:

- siła bezwładności podczas ruszania pojazdu,
- siła bezwładności podczas hamowania pojazdu,
- siła odśrodkowa,

- siła Coriolisa — pojawia się, gdy opisujemy ruch ciała z poziomu obracającego się układu odniesienia.



Pasy bezpieczeństwa

Osoby siedzące w środku nawet gdyby bardzo chciały, nie są w stanie powstrzymać siły, która w wyniku hamowania wyrzuci ich do przodu.

Aby temu przeciwdziałać, wymyślono pasy bezpieczeństwa, które uniemożliwiają naszemu ciału w wyniku hamowania gwałtowny ruch do przodu. W skrajnych przypadkach niezapięcie pasów bezpieczeństwa często kończy się śmiercią.

Na człowieka o wadze 75 kg normalnie działa tylko przyspieszenie ziemskie g ($9,81 \text{ m/s}^2$), więc naciska na siedzenie z siłą 736 N. Przy opóźnieniu, wynoszącym podczas zderzenia 193 m/s^2 , ten sam człowiek działa na pasy bezpieczeństwa z siłą 14500 N!

Ze względu na działanie siły bezwładności powinniśmy zapiąć pasy i chować przewożone rzeczy w schowkach.



Hamowanie

Im cięższe przedmioty znajdują się w bagażniku, tym większa szansa, że po zderzeniu wylądują w kabinie.

Niezabezpieczona torba z laptopem (3 kg) przy chwilowym opóźnieniu 30 g uderza z siłą 900 N.

Podczas zderzenia przy 50 km/h, z opóźnieniem 30 g, duży pies uderza z siłą 15 000 N.

Niewielka walizka (10 kg) podczas zderzenia przy prędkości 50 km/h uderza z siłą 3000 N.

Dziecko o masie 30 kg w czasie jazdy ze stałą prędkością naciska na siedzenie z siłą prawie 300 N.

1-litrowa butelka wody mineralnej w czasie zderzenia z opóźnieniem 30g uderza z siłą 300 N.

Już mały i lekki смартфон może uderzyć z taką siłą, że pasażerowie boleśnie to odczuwają.



II zasada dynamiki Newtona

Jeśli siły działające na ciało nie równoważą się (czyli siła wypadkowa jest różna od zera), to ciało porusza się z przyspieszeniem wprost proporcjonalnym do siły wypadkowej, a odwrotnie proporcjonalnym do masy ciała.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

gdzie:

a – przyspieszenie,

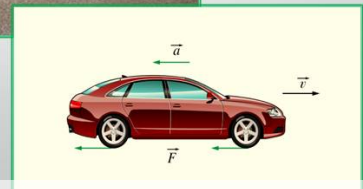
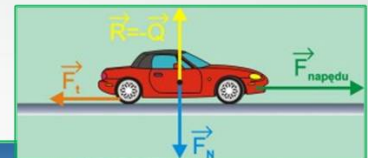
F – siła,

m – masa ciała.

Samochód hamuje i uzyskuje opóźnienie a na skutek działania siły hamowania $F = m \cdot a$.

Wzór pozwala na zdefiniowanie jednostki siły.

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



Samochód podczas jazdy

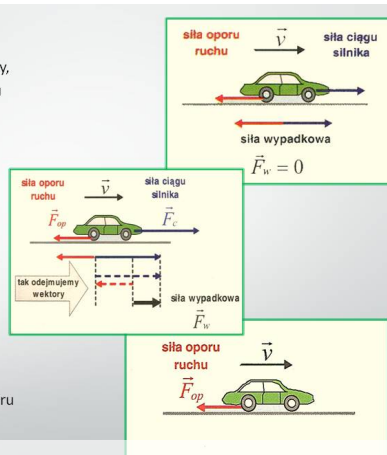
Gdy samochód znajduje się w ruchu ze stałą prędkością wzdłuż ulicy, siła wypadkowa na niego działająca, wynosi zero. Silnik samochodu powoduje działanie siły ciągu, skierowanej zgodnie ze zwrotem wektora prędkości, natomiast zjawisko tarcia między samochodem a jezdnią jest przyczyną działania siły skierowanej przeciwnie do wektora prędkości samochodu. Siły te mają tę samą wartość oraz kierunek, lecz przeciwny zwrot, stąd siła wypadkowa działająca na samochód wynosi zero.

Jeśli samochód jedzie ze stałą szybkością, to siła oporu ruchu równoważy siłę ciągu silnika.

Jeśli zwiększymy siłę ciągu silnika (czyli dociśniemy pedał gazu), to wypadkowa obu sił będzie skierowana tak jak wektor prędkości i samochód zacznie poruszać się ruchem jednostajnie przyspieszonym.

Jeśli wyłączymy silnik, to na samochód będzie działać tylko siła oporu ruchu, skierowana przeciwnie do prędkości samochodu. Pod jej

wpływem pojazd zacznie się poruszać ruchem jednostajnie opóźnionym, aż do zatrzymania.

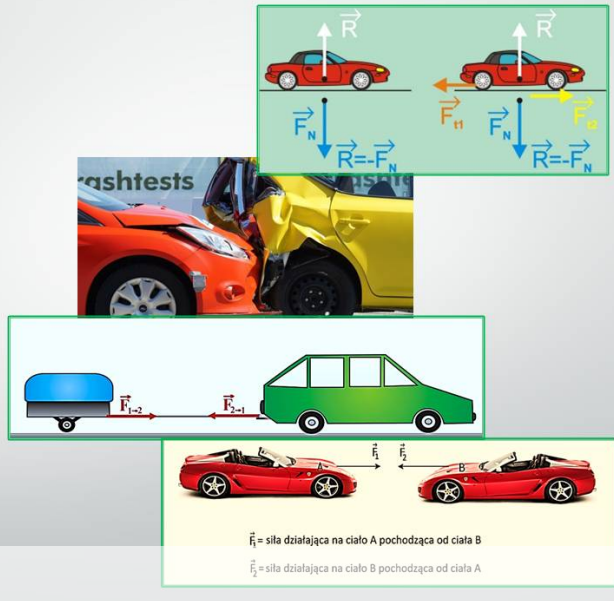


III zasada dynamiki Newtona

Oddziaływania ciał są zawsze wzajemne. Siły wzajemnego oddziaływania dwóch ciał mają takie same wartości, taki sam kierunek, przeciwne zwroty i różne punkty przyłożenia (każda działa na inne ciało).

$$\vec{F}_{1 \rightarrow 2} = -\vec{F}_{2 \rightarrow 1}$$

Jeśli dwa samochody na ulicy zderzą się ze sobą, to nastąpi oddziaływanie między nimi. Skutki takiego wypadku mogą być różne. Mogą zmienić swoje szybkości, kierunki ruchu, może nawet dojść do uszkodzenia samochodów.



Pęd ciała

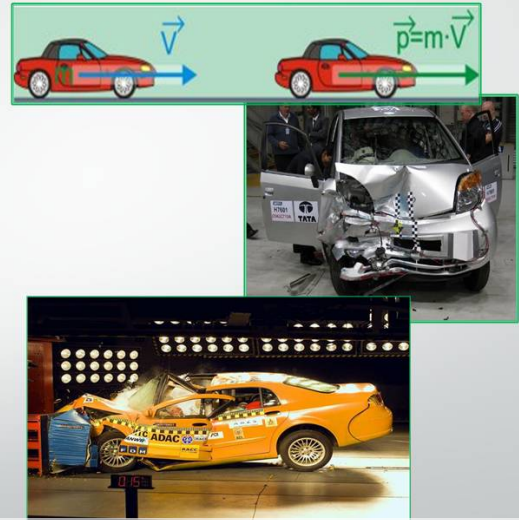
Pędem ciała \vec{p} nazywamy iloczyn masy ciała (m) i jego prędkości \vec{v}

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

Jest to wielkość wektorowa pokrywająca się z wektorem prędkości.

Pęd w mechanice – wielkość fizyczna opisująca ruch obiektu fizycznego.

Zmiana pędu jest proporcjonalna do przyłożenia siły, czasu jej działania. Pęd całkowity układu ciał, na który nie działają siły zewnętrzne, jest stały, niezależny od zjawisk zachodzących wewnątrz tego układu. Jest to jedno z najważniejszych praw fizyki zwane zasadą zachowania pędu. Prawo to służy np. do analizy skutków zderzeń samochodów.



Tarcie

Źródłem przyczepności każdego samochodu jest siła tarcia. Jeśli jest ona zbyt mała, to samochód wpada w poślizg. Wzór na wartość siły tarcia ma postać: $F_t = F_N \cdot f$

F_N – wartość siły nacisku na podłoże

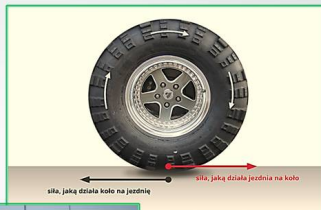
f – współczynnik tarcia

Współczynnik tarcia kinetycznego zależy od rodzaju trących o siebie powierzchni.

Jest z jednej strony zjawiskiem niepożądanym, z drugiej zaś pozwala nam jeździć samochodem. Gdyby nie tarcie między drogą a oponami, samochód nie byłby w stanie ruszyć, jego koła kręciłyby się w miejscu. Gdyby jednak mu się to udało, nie byłibyśmy w stanie się zatrzymać.

Siła tarcia poślizgowego pojawia się przy ruchu względnym stykających się powierzchni i znika z chwilą ustania ruchu. Tarcie poślizgowe jest podstawą działania hamulców pojazdów kołowych.

W przypadku koła samochodowego toczącego się po podłożu współczynnik f bardzo silnie maleje ze



Oddziałujące ze sobą powierzchnie	Współczynnik tarcia statycznego	Współczynnik tarcia kinetycznego
opona po mokrym betonie	0,7	0,5
opona po suchym betonie	1,0	0,7

Droga hamowania

Droga hamowania pojazdu (s_h) jest proporcjonalna do kwadratu jego prędkości (v):

$$s_h = a \cdot v^2$$

Na suchym asfalcie zatrzymanie się samochodu od momentu zadziałania hamulców przy prędkości 50 km/h następuje nawet po przejechaniu 13 m. Gdy samochód porusza się z prędkością 130 km/h, dystans ten wynosi ponad 80 m! Jeśli przeszkoda jest bliżej, nic nie uchroni Cię przed uderzeniem w nią. Jeśli tą „przeszkodą” będzie człowiek, prawdopodobieństwo, że nie przeżyje, jest ogromne. Już przy prędkości 50 km/h wynosi ono 90%.

Ponadto droga hamowania samochodu znacznie się wydłuża w przypadku niesprzyjających warunków atmosferycznych. W deszczowy dzień może wydłużyć się dwukrotnie, a na oblodzonej jezdni – nawet trzykrotnie. Dlatego też prędkość należy zawsze dostosować do warunków na jezdni.

Prędkość (km/h)	Droga reakcji (m)	Droga hamowania (m)	Łączna droga (m)
30	5,5m	10,5m	16m
45	8,5m	21,5m	30m
60	11m	33m	44m
75	14m	48m	62m
90	17m	66m	83m
105	19,5m	85,5m	105m

Typowe drogi zatrzymywania pojazdu



Opór aerodynamiczny

- opór powietrza stawiany poruszającemu się samochodowi. Wynika on z parcia powietrza na nadwozie pojazdu. Duże znaczenie w kwestii wartości oporu powietrza ma prędkość pojazdu. Wpływa ona znacząco na wartości siły tego oporu przy wyższych prędkościach jazdy. Opór powietrza stanowi około połowy sumy oporów ruchu pojazdu

Gęstość powietrza zależy od temperatury i ciśnienia otoczenia.

Siły oporu powietrza nie zależą od jego masy.

$$F_p = 0.5 \rho \cdot v^2 \cdot A \cdot C_x$$

F_p – siła oporu aerodynamicznego

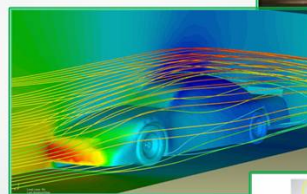
ρ – gęstość powietrza

v – prędkość pojazdu

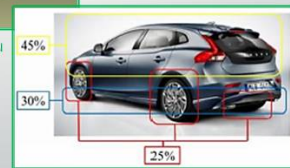
A – powierzchnia czołowa pojazdu

C_x – współczynnik oporu powietrza

Współczynnik C_x zależy od kształtu, opływowości



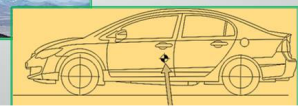
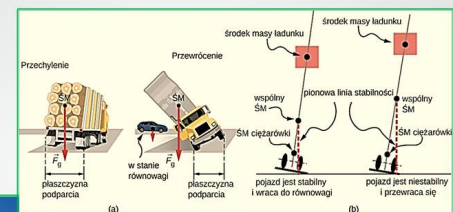
Model oporów powietrza pojazdu



Wpływ poszczególnych części samochodu osobowego na wartość oporu aerodynamicznego

Równowaga

Rozkład masy wpływa na położenie środka masy ($\bar{S}M$), do którego przykładany jest wektor siły ciężkości \vec{F}_g . Jeśli środek ciężkości znajduje się nad powierzchnią, pod spodem pojazdu, to ciężarówka powraca do swojego początkowego położenia po przechyleniu (patrz: (b), po lewej). Jeśli jednak środek ciężkości leży poza tym obszarem, wówczas samochód się wywraca (patrz: (b), po prawej). Oba pojazdy w (b) są poza stanem równowagi. Zauważmy, że samochód osobowy w (a) jest w stanie równowagi – niskie położenie środka ciężkości sprawia, że trudno jest go przewrócić.



Siła dośrodkowa i odśrodkowa

Siła dośrodkowa jest siłą wypadkową działającą na ciało poruszające się ruchem jednostajnym po okręgu, gdzie:

$$R - \text{promień okręgu} .$$

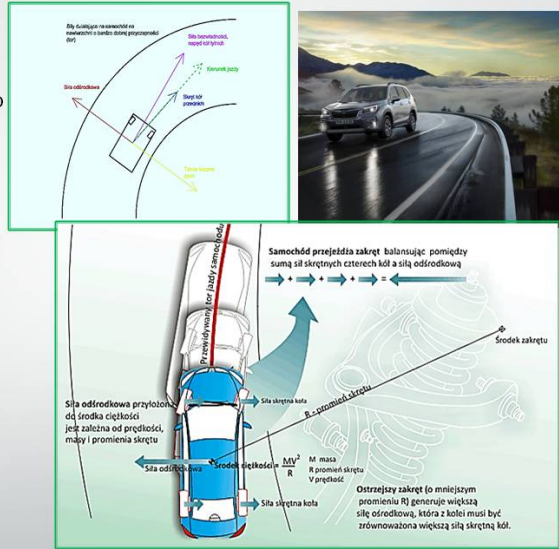
$$F_{\text{dośr}} = m \frac{v^2}{R}$$

Siła dośrodkowa działa prostopadłe do prędkości i jest skierowana do środka okręgu, po którym porusza się ciało, lub środka krzywizny toru.

Siła odśrodkowa jest siłą bezwładności.

Aby ciało poruszało się po okręgu, siła wypadkowa wszystkich działających sił na ciało musi być zwrócona do środka okręgu. Tę wypadkową siłę nazywamy siłą dośrodkową.

Wartość siły dośrodkowej jest wprost proporcjonalna do kwadratu prędkości, a odwrotnie proporcjonalna do promienia krzywizny łuku okręgu.

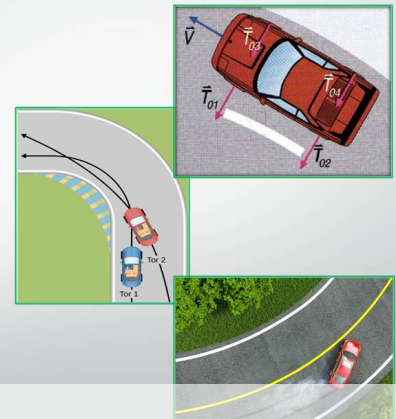


Siły fizyki w zakręcie

Samochód na zakręcie

W ruchu samochodu na zakręcie rolę siły dośrodkowej odgrywają przy płaskim torze siły tarcia statycznego działające na koła samochodu. Tarcie statyczne nie może przyjmować dowolnej wartości i dla danych stykających się powierzchni ma wartość maksymalną. Przy dużych prędkościach siła ta nie jest więc wystarczająca do „utrzymania” pojazdu po torze kołowym. Aby samochód nie wyleciał z zakrętu bardzo ważne jest zmniejszenie prędkości przed wejściem pojazdu w zakręt.

Wartość siły dośrodkowej nie może przekroczyć maksymalnej wartości siły tarcia między oponami, więc aby zwiększyć prędkość należy zwiększyć promień łuku po którym porusza się samochód. W tym celu kierowca ścina zakręt czyli zaczyna ruch od zewnętrznej części zakrętu, w połowie zakrętu dociąga do wewnętrznej, a na koniec wypuszcza samochód ponownie do zewnętrznej krawędzi jezdni.



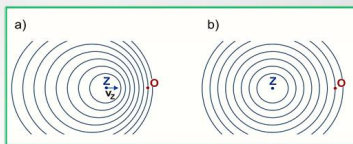
Zjawisko Dopplera

Polega na zmianie częstotliwości fali podczas wzajemnej zmiany położenia źródła fali i odbiornika.

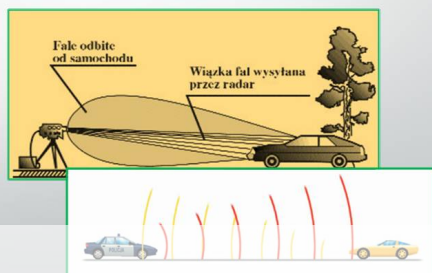
Fala – zaburzenie ośrodka rozchodzące się w nim ze skończoną prędkością i niosące ze sobą energię.

Jeżeli fale radiowe odbijają się od ruchomego obiektu, to ich częstotliwość odbierana przez nieruchomego obserwatora zależy od prędkości ruchu obiektu odbijającego fale.

Typowym przykładem efektu Dopplera jest zmiana częstotliwości dźwięku klaksonu samochodu przejeżdżającego koło nas. Słyszymy, że klakson ma wyższy ton, gdy samochód zbliża się do nas, a niższy, gdy się oddala. Łatwo też jest go zaobserwować będąc świadkiem przejazdu karetki pogotowia lub innych służb „na sygnale”. Gdy pojazd z syreną jest daleko, to słyszymy wysoki ton dźwięku syreny, w miarę jej przybliżania się do nas ton staje się coraz niższy.



Fale wysyłane przez źródło Z: (a) poruszające się z prędkością v_z w stronę obserwatora O; (b) przez nieruchome źródło



Kontrola radarowa

Jeżeli źródło fali oddala się, to częstotliwość odbieranego sygnału od jest niższa; gdy źródło fali się zbliża, to częstotliwość odbierana przez odbiornik jest wyższa. Wykorzystywane jest to w przyrządach do odczytu prędkości poruszającego się pojazdu.

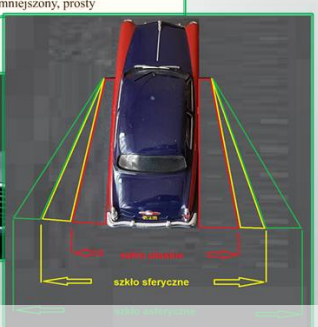
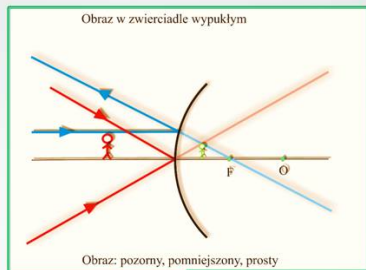
Fala radarowa z nadajnika odbija się od pojazdu i powraca do urządzenia pomiarowego, które mierzy zmianę częstotliwości odbitej fali. Wartość zmiany częstotliwości zależy od szybkości poruszającego się obiektu, co umożliwia bezpośredni odczyt szybkości.



Zwierciadła, odbicie

Rodzaje zwierciadeł w lusterkach zewnętrznych:

- **płaskie** - obraz widoczny w takim zwierciadle dokładnie odzwierciedla rzeczywistość tj. nie ma żadnych przybliżeń, zniekształceń itp.
- **sferyczne** - wypukłe szkło najbardziej popularne w lusterkach samochodowych. Wypukłość zwierciadła oznacza, że obiekt, obraz w nim widoczny jest pomniejszony, ale dzięki temu widać w nim więcej. Obiekty widoczne w takim zwierciadle oddalone są bardziej niż w rzeczywistości, świat wydaje się więc mniejszy i widać więcej. W lusterkach samochodowych szkło wklęsłe nie jest stosowane.
- **asferyczne** - taki rodzaj zwierciadła, który posiada dwie sfery przyczyniające się w znacznym stopniu do likwidacji martwego pola. Zewnętrzny koniec zwierciadła asferycznego jest nieco zakrzywiony, dzięki czemu pole widzenia jest poszerzone.



Lusterka

Lusterko wsteczne w samochodzie podnosi bezpieczeństwo jazdy. Dzięki niemu można prawidłowo ocenić, w jakiej odległości za naszym pojazdem znajdują się pozostali uczestnicy ruchu drogowego. Należy jednak zauważyć, że często rolę lusterka wstecznego pełnią zwierciadła wypukłe, ale ich przeznaczenie jest takie samo.

Martwy punkt - część obszaru wokół auta, której nie można dostrzec patrząc w lusterka, gdy siedzi się jako kierowca w aucie. Przyczyną powstania martwego punktu jest błędne ustawienie lusterek.



Lusterka boczne – źle



Lusterka boczne – dobrze

Bibliografia

- http://www.fizykon.org/dynamika/dyn_sila_bezwladnosci.htm
- <https://cnx.org/contents/TqqPA4io@2.14:nCo61Awm@2/5-2-Pierwsza-zasada-dynamiki-Newtona>
- <https://nauka.money.pl/>
- <http://www.arsvita.pl/fizyka-w-praktyce-jak-to-sie-dzieje-ze-s/>
- http://fizyka.net.pl/ciekawostki/ciekawostki_cwz11.html
- <https://www.akumulator.pl/artykuly/sily-dzialajace-na-samochod/>
- <https://www.strefakulturalnejjazdy.pl/2016/04/rodzaje-zwierciade-szkie-oraz-lusterek.html>
- <https://www.motofakty.pl/artykul/jak-dziala-radar-drogowy.html>
- <https://www.auto-motor-i-sport.pl/porady/Wypadek-jak-wyjsc-z-niego-calo,15854,3>
- <https://www.se.pl/auto/porady/dowiedz-sie-jakie-sily-dzialaja-na-samochod-podczas-jazdy-aa-ZQDW-1RBg-tUu9.html>
- <https://pl.wikipedia.org/>
- <http://www.opony.com.pl>
- <http://ilf.fizyka.pw.edu.pl/podrecznik/2/2/2>
- <https://epodreczniki.pl/a/moc-jako-szybkosc-wykonywania-pracy/D14JigAfu>
- <https://www.edukator.pl/dynamika-ruchu-prostoliniowego,3655.html>