

Możemy zdać sobie sprawę z powagi takiej sytuacji, jeśli weźmiemy pod uwagę całkowitą energię kinetyczną lub całkowity pęd samochodów przed zderzeniem. Jeśli nie zmniejszymy swojej prędkości w kierunku drugiego pojazdu, obie te wartości będą duże, a zderzenie poważne.

Sytuacja ta nie przypomina piłki nożnej, kiedy gracz może zdecydować się na przyspieszenie, biegnąc prosto na innego zawodnika. Różnica polega na tym, że zawodnik chce mocnego zderzenia, a właściwie ustawiając swoje ciało, może przenieść uderzenie na niechronione punkty przeciwnika lub spowodować, że straci on równowagę i upadnie na boisko.

Zebrane dane na temat zderzeń czołowych samochodów wskazują, że przewożenie pasażera w samochodzie zmniejsza ryzyko śmierci kierowcy. To ryzyko zależy od zmiany prędkości podczas zderzenia: duża zmiana oznacza, że zaznamy poważnego przyspieszenia spowodowanego przez dużą siłę. Na przykład jeśli nasz samochód ma małą masę, a drugi samochód – dużą, szybkość może zmienić się tak bardzo, że skończymy, jadąc do tyłu.

Dodatkowa masa w samochodzie – pasażera lub nawet worka z piaskiem w bagażniku – może zmniejszyć zmianę szybkości i w ten sposób ryzyko. Oto wynik liczbowy: przypuśćmy, że twój i ten drugi samochód są identyczne i twoja masa oraz masa drugiego kierowcy też są takie same. Ryzyko śmiertelnego wypadku maleje dla ciebie o 9%, jeśli masz pasażera ważącego 80 kilogramów.

## KRÓTKA HISTORIA

### 1.13. Zabawa z lokomotywami

Waco, Texas, 15 września 1896 r. William Crush z Missouri, Kansas, i Texas Railroads wymyślili niezawodny sposób na zrobienie pokazu. Załatwili dwie przestarzałe lokomotywy, aby je postawić naprzeciw siebie na przeciwnych końcach drogi o długości 4 mil. Jedna lokomotywa była pomalowana na czerwono, a druga na zielono. Pomysł był taki, aby lokomotywy zderzyły się ze sobą z pełną szybkością.

No cóż, nic nie sprzedaje się tak dobrze jak mocne widowisko, więc 50 000 widzów zapłaciło, żeby zobaczyć zderzenie. Po napełnieniu maszyn paliwem i otwarciu zaworów lokomotywy przyspieszały, zbliżając się do siebie. W chwili spotkania jechały z szybkością około 90 mil/h, czyli 145 km/h.

Porozrzucone fragmenty pociągów zabiły kilku widzów, a kilkaset osób było rannych. Reszta tłumu prawdopodobnie uznała, że było to warte ich pieniędzy. Być tak blisko zderzenia, w którym energia kinetyczna pociągów zamienia się w energię kinetyczną latających szczątków, to jak być świadkiem wybuchu o średniej mocy.

### 1.14. Uderzenia w tył pojazdu i uraz kręgosłupa szyjnego

Czasem w zderzeniach jeden samochód uderza w tył drugiego. Od dziesiątków lat inżynierowie i osoby zajmujące się testami medycznymi próbowali wyjaśnić, dlaczego przy takiej kolizji szyja osoby siedzącej z przodu jest narażona na urazy. W latach 70. ub. wieku doszli do wniosku, że uraz ma związek z tym, iż głowa pasażera odskakuje w tył nad górną częścią fotela, gdy samochód zostaje pchnięty do przodu, stąd popularna nazwa typu urazu kręgosłupa szyjnego – „smagnięcie batem”. Szyja faktycznie była nadmiernie wyciągnięta przez ruch głowy. Po tym odkryciu samochody wyposażono w zagłówki, jednak urazy szyi przy uderzeniach w tył samochodu nadal się zdarzają. Co jest ich rzeczywistą przyczyną?

**Odpowiedź** Główną przyczyną urazu kręgosłupa szyjnego typu „smagnięcie batem” jest fakt, że głowa ofiary zaczyna przyspieszać do przodu nieco później niż reszta ciała. W ten sposób, gdy głowa w końcu zaczyna poruszać się do przodu, tułów ma już znaczną prędkość. Ta różnica w ruchu do przodu mocno obciąża szyję, uszkadzając ją. Szarpnięcie głowy w tył następuje później i może, szczególnie przy braku ograniczeń ruchu głowy, powiększyć uraz.

### 1.15. Skręty samochodów rajdowych

O wygranej w wyścigach samochodowych decydują często osiągi samochodów oraz umiejętności kierowcy na zakrętach, podczas których szybkość jest najmniejsza. Weźmy pod uwagę zakręt o 90° na płaskim torze, jak w wyścigach Formuły 1. Oczywiście najlepszy sposób pokonania zakrętu zależy od właściwości pilotażowych samochodu, umiejętności i doświadczenia kierowcy oraz warunków na drodze. Czy na ogół jednak kierowca powinien pokonywać zakręt, jadąc po kolistym

torze? Taki wybór gwarantuje najmniejszy czas pokonania zakrętu, ale dlaczego może nie być najlepszą opcją?

Dlaczego kierowcy mający doświadczenie na płaskich torach Formuły mają problemy, gdy przechodzą do wyścigów IndyCar<sup>4</sup>, w których zakręty są zwykle przechylone? W szczególności, dlaczego taki kierowca ma skłonność do wpadania w poślizg, gdy samochód wchodzi w zakręt?

**Odpowiedź** Początkujący kierowca pokonuje zakręt po kolistym torze. Kierowca doświadczony hamuje, lekko skręcając, potem skręca ostrzej, a następnie przyspiesza, jadąc po mniej zakręconej drodze. Przy takim postępowaniu czas pokonywania zakrętu jest dłuższy, ale pozwala to kierowcy wejść na prostą drogę z większą prędkością niż początkującemu kierowcy. Ta większa prędkość na prostej drodze pozwala zyskać więcej czasu od tego straconego na zakręcie.

Takie postępowanie ma też inną zaletę. Jeśli zakręt jest pokonywany zbyt szybko, zostaje przekroczone maksymalne tarcie na oponach i samochód wymyka się spod kontroli. Aby utrzymać tarcie, doświadczony kierowca najpierw hamuje, a potem ostro skręca. Ponieważ reszta zakrętu jest łagodna, kierowca może przyspieszyć, nie zrywając przyczepności opon.

Doświadczony kierowca Formuły 1 ma intuicyjne wyczucie siły i ruchu podczas wykonywania płaskiego zakrętu. Te odczucia na pochylonym zakręcie są całkiem inne, więc taki kierowca prawdopodobnie zbyt późno przechodzi do fazy szybkiego skręcania podczas pokonywania zakrętu.

## 1.16. Tory do biegów

Dlaczego wyścig na prostej bieźni jest na ogół szybszy niż na zakrzywionej o takiej samej długości? Gdy bieźnia jest płaska i owalna, dlaczego biegacz na torze zewnętrznym ma na ogół przewagę nad biegaczem na torze wewnętrznym, mimo że oba tory mają taką samą długość? Dlaczego szybkość biegu na takim torze zależy od kształtu owalu?

**Odpowiedź** Wchodząc w zakręt, biegacz zwalnia, a wychodząc z zakrętu, przyspiesza z powrotem do szybkości na prostym odcinku. Każdy zakręt wy-

maga działania siły dośrodkowej skierowanej do środka zakrętu. Tutaj siłę dośrodkową zapewnia tarcie działające na buty biegacza. Podczas gdy siła skierowana do wewnątrz działa na buty, ciało biegacza ma tendencję do odchylenia się na zewnątrz zakrętu, tak jakby było wyrzucane poza zakręt. Dlatego, aby utrzymać równowagę, biegacz zwalnia, zmniejszając te siły i pochyla się do środka dla zrównoważenia tendencji do odchylenia na zewnątrz. Im ostrzejszy zakręt, tym biegacz musi bardziej zwolnić i się odchylić. Dlatego biegacz na torze zewnętrznym (mającym mniejszą krzywiznę) będzie miał na ogół przewagę na osobą biegnącą na torze wewnętrznym (z większą krzywizną).

Gdy bieźnia jest płaska i owalna, suma długości jej zakręconych fragmentów częściowo decyduje o szybkości wyścigu. Na ogół szeroki owal zapewnia szybszy wyścig niż wąski, ponieważ zakrzywienie zagiętych części owalu jest mniejsze niż zakrętów węższego owalu. Najlepszą geometrią (poza oczywiście linią prostą) jest okrąg; ma on najmniejszą krzywiznę.

## 1.17. Złudzenie podczas startu

Samolot odrzutowy startujący z lotniskowca jest napędzany potężnymi silnikami, a jednocześnie jest wyrzucany przez zainstalowany na pokładzie lotniskowca mechanizm katapulty. Duże przyspieszenie wynikowe umożliwia osiągnięcie szybkości startowej na krótkiej drodze na pokładzie. Jednak to duże przyspieszenie zmusza również pilota do pochylenia samolotu dziobem w dół, gdy opuszcza pokład lotniskowca. Piloci są szkoleni, aby ignorowali ten odruch, ale od czasu do czasu samolot wpada prosto do oceanu. Co odpowiada za ten odruch?

**Odpowiedź** Wyczucie położenia w pionie zależy od wskazówek wizualnych oraz działania systemu przedsionkowego znajdującego się w uchu wewnętrznym. Ten system zawiera komórki włoskowate (włoski) w cieczy. Gdy trzymasz głowę prosto, komórki te są w linii pionowej, zgodnie z kierunkiem siły ciężkości, a system przekazuje informację do twojego mózgu, że głowa jest prosto. Gdy przechylisz głowę do tyłu, komórki włoskowate pochylają się i system sygnalizuje mózgowi pochylenie. Włoski te zaginają się również podczas przyspieszania do przodu, spowodowanego przez siłę skierowaną poziomo. Sygnał wysłany do twojego mózgu wskazuje wtedy – błędnie – że twoja

<sup>4</sup> Wyścigi samochodów o otwartym nadwoziu rozgrywane w Stanach Zjednoczonych (przyp. tłum.).