Fizyka w sporcie

PIŁKA NOŻNA

Siła/efekt Magnusa

- Piłka wirując wokół własnej osi, powoduje, że prędkość powietrza (względem piłki), które ją opływa, z powodu tarcia nie jest jednakowa po każdej stronie. Powietrze przepływa szybciej po tej stronie, po której ruch powierzchni piłki jest zgodny z ruchem powietrza. Ta różnica w prędkości opływu powietrza powoduje, że po tej stronie, po której powietrze szybciej opływa piłkę jest niższe ciśnienie (wynika to z prawa Bernoulliego). Tak więc po jednej stronie piłki ciśnienie jest niższe, a po drugiej wyższe. Otrzymana różnica ciśnień powoduje powstawanie siły spychającej piłkę co nazywane jest efektem Magnusa.

- Piłka podkręcona zbacza w tym samym kierunku, w którym się obraca. Potrafi zmienić swoją trajektorię lotu aż o 4 metry

kierunek
ruchu piłki
turbulencje
obszar
niskiego
ciśnienia
obszar
wysokiego
ciśnienia
opływ
powietrza

SIŁA
MAGNUSA
ruch powierzchni piłki
zgodny z kierunkiem
opływającego powietrza
powoduje powstanie
niskiego ciśnienia
kierunek
ruchu piłki
turbulencje
opływ
powietrza
ruch powierzchni piłki
przeciwny do kierunku
opływającego powietrza
powoduje powstanie wysokiego ciśnienia

Co jeszcze wpływa na tor piłki?

- Prędkość - Kiedy piłka leci szybciej niż 50 km/godz. (a zdarzają się petardy mknące szybciej niż 100 km/godz.), wokół niej tworzy się cienka warstewka turbulentnego powietrza, wskutek czego skokowo maleje siła oporu powietrza - nawet czterokrotnie. Dlatego bardzo mocne strzały tak zaskakują bramkarzy.

- Opór powietrza zależy od lepkości i gęstości powietrza. Dlatego na boiskach położonych wyżej nad poziomem morza, gdzie panuje mniejsze ciśnienie atmosferyczne, opór jest też mniejszy i piłka mknie szybciej.

- Masa, wielkość, faktura piłki (np. mikrowgłębienia, które zmniejszają opór i stabilizują piłkę Na mistrzostwach świata w 1998 roku grano piłką , miała bardzo płaskie szwy i składała się tylko z 14 łatek. Piłkarze nie chcieli nią grać. Ich zdaniem poruszała się w nieprzewidywalny sposób.

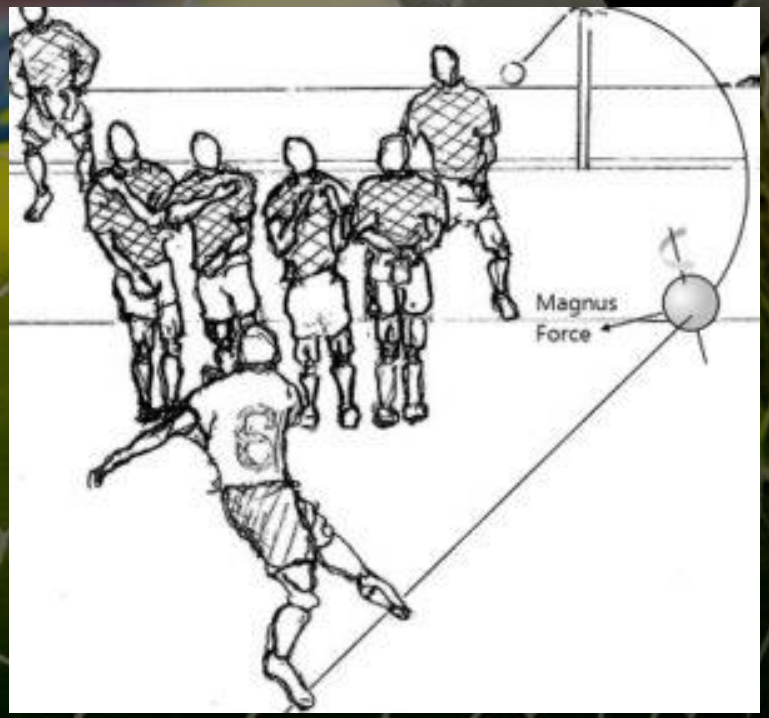
Jak mocno kopnąć?

- Jednak samo nadanie spinu (wirowania) to nie wszystko. Piłka w locie musi mieć odpowiednią prędkość. można powiedzieć, że gdy prędkość piłki jest duża, siła Magnusa ma niewiele do powiedzenia. Nawet bardzo mocno podkręcona piłka będzie poruszała się po linii prostej.

- Na lecącą piłkę działa siła oporu powietrza. Im prędkość jest większa, tym siła oporu większa. Ta zależność jest kwadratowa. ale gdy jej prędkość spadnie, siła Magnusa zaczyna działać, a piłka zaczyna skręcać. Ta prędkość graniczna zależy od wielu czynników (wilgotności powietrza, ciśnienie). W europejskich warunkach wynosi około 20 km/h.

- Gdy jednak piłkę podkręcić i kopnąć niezbyt mocno, wpływ siły Magnusa będzie bardzo duży, a sama piłka zacznie skręcać, w zależności od kierunku, w którym wiruje.

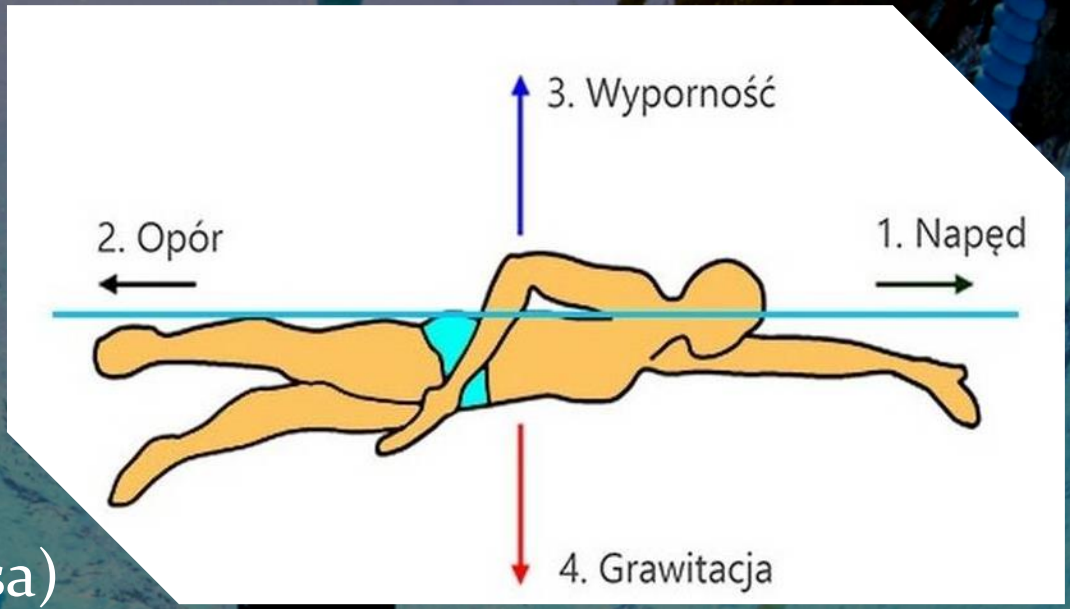
- Tak właśnie było w rzucie wolnym Roberto Carlosa. Około 30 metrów od bramki kopnął piłkę z prędkością ponad 120 km/h i podkręcił ją do około 10 obrotów na sekundę. Piłka mknęła szybko, a więc po linii prostej. Ale powietrze stawiało opór. Po 10 metrach lotu piłka zwolniła tak, że turbulentny przepływ powietrza wokół niej zaczął zanikać i coraz bardziej przypominać laminarny. W efekcie do głosu zaczęła przychodzić siła Magnusa. Akurat w momencie, w którym mijała mur broniących bramki piłkarzy, piłka zaczęła zakręcać. Wszystko trwało maksymalnie 2 sekundy. Bramkarz nie miał żadnych szans.



- Z triku Carlosa nic by nie wyszło, gdyby w nogę grano w próżni. Wtedy na piłkę w ruchu działałaby jedynie siła grawitacji, a ruch byłby całkowicie przewidywalny. Piłkarze na szczęście w próżni nie grają.

Pływanie

Na pływaka działają siły:



- Siła ciężkości- pionowo w dół
- Siła wyporu- pionowo w górę (prawo Archimedesa)
- Napęd- nasze ramiona i nogi generują energię kinetyczną, która przesuwa nas do przodu.
- Opór – każda część ciała, która wchodzi w kolizję z wodą generuję siłę oporu, która działa w kierunku przeciwnym do płynięcia. Według B. Waade istnieją cztery składowe: opór czołowy, opór tarcia, opór wirowy i opór falowy.

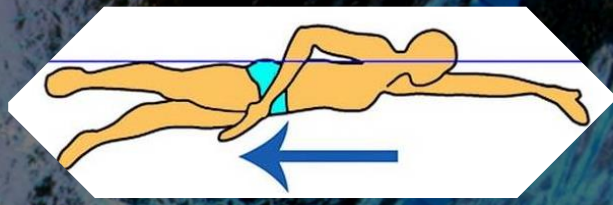
Mechanizm pływania

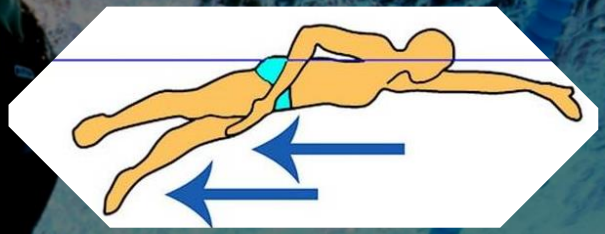
- Pływanie jest możliwe dzięki sile wyporu. Ciężar ciała pływaka jest mniejszy niż ciężar wody, który zawodnik wypiera.

- III zasada dynamiki. Gdy płyniemy działamy siłą na wodę, woda działa na nas. Efekt możemy nazwać „odpychaniem się od wody”.

Opór wody

- Bez oporu nigdzie się nie popłynie, nawet byśmy nie ruszyli z miejsca, ale jak już płyniemy to chodzi o to, żeby jak najbardziej te opory zmniejszyć.





Co wpływa na opór?

- Przede wszystkim technika (przybranie pozycji jak najbardziej opływowej)

- To na jakiej głębokości się znajdujemy. Na powierzchni wody opór jest większy niż przy dnie, dlatego na zawodach pływacy postanowili pływać cały basen pod wodą. Trzeba było więc zmieniać przepisy i teraz zawodnicy mogą płynąć pod wodą tylko 15m od brzegu.

Napęd

- Napęd jest niezmiernie ważny, ponieważ bez prawidłowej techniki pociągnięcia stracimy dużo energii, która nie przełoży się na tempo naszego płynięcia.
- Ważne są: wczesny chwyt wody, ułożenie dłoni oraz całego ramienia pod wodą, długość pociągnięcia(po to żeby powstał efekt „śruby” lub „wiosła”) pozycja głowy, i amplituda kopnięć nogami. Pomaga w tym czucie wody.

Wyporność

- Siła wyporu jest mniejsza niż grawitacji, ale jesteśmy w stanie przeciwważyć siłę ciężkości pracą nad wypornością. Technika pływania ma znaczący wpływ na wyporność naszego ciała. Chodzi o odpowiedni balans i stabilność w naszym stylu. Kiedy je osiągniemy wszystkie mięśnie które nie są zaangażowane w pociągnięcie lub trzymanie korpusu, rozluźniają się. Rozluźnione włókna mięśniowe mają mniejszą gęstość niż napięte włókna i dlatego lepiej utrzymują się na powierzchni wody.

Jakim stylem najszybciej płynąć?

- Obecny rekord świata na 100m ustanowił Caeleb Dressel (**49,50**) płynąc stylem dowolnym (kraulem), drugim najszybszym po kraulu jest styl motylkowy. Jednak fizycy obliczyli, że ze względu na technikę i większą pracę mięśni podczas pływania to delfinek może być szybszym stylem.

- Ale gdyby było można to najlepiej płynąć delfinkiem pod wodą i to pracując tylko nogami

A na którym torze?

- Najlepiej na środkowych torach, po bokach powstają zawirowania, które zwiększają opór.
- Na olimpiadzie mimo, że dostępnych jest 10 torów zawodnicy pływają na 8. (chociaż tory skrajne i tak są oddalone o jakież 1,5m od brzegu) Ale mimo to na 2 i 9 są większe opory – takie tory wolniejsze.

W czym płynąć?

- Stroje mają mniejszy opór niż skóra więc płynie się łatwiej i szybciej

W 2000 roku podczas igrzysk w Sydney Ian Thorpe pojawił się w dziwnym stroju - a w zasadzie kombinezonie okrywającym jego ciało od nadgarstków po kostki. Zaowocowało to 5 medalami w tym trzema tytułami mistrzowskimi na tych igrzyskach.

- Ten strój nazwano "skórą rekina". Później jeszcze udoskonalano stroje stosując coraz to doskonalsze materiały. W 2008 roku powstały stroje poliuretanowe (liczył się strój, a nie umiejętności), a wycofano je w rok później

Skoki o tyczce

- Skakanie z punktu widzenia fizyki to przekształcanie energii kinetycznej w energię potencjalną, którą mamy w momencie uzyskania szczytowej wysokości.

- Skok dzieli się kilka etapów:

Rozbieg

- Najpierw rozbieg - 40-45 m.
- Chodzi o to, żeby uzyskać jak największą energię kinetyczną. Energia kinetyczna pochodzi z energii znajdującej się w mięśniach. Energia z mięśni zamieniana jest w energię ruchu. Jej ilość maleje na rzecz energii kinetycznej, ponieważ skoczek biegnie coraz szybciej.

Umocowanie tyczki

- Gdy zawodnik jest już blisko poprzeczki, koniec tyczki wkłada do tzw. pudła i… biegnie dalej. (chodzi o to, żeby maksymalnie dużo energii kinetycznej zmagazynować w tyczce). Teraz Ek, zamienia na energię sprężystości. Tyczka ugina się i przejmuje energię (W tym momencie większość energii układu tyczka - skoczek skupia się w tyczce) by w ciągu następnej sekundy oddać ją przy powrocie do kształtu wyprostowanego, na zasadzie sprężyny. Jeżeli zawodnik dobierze odpowiednią pozycję, uda mu się w tyczce ulokować prawie całą energię biegu.

- Tu następuje pierwsza strata energii, która ucieka w postaci odczuwalnych dla skoczka wibracji związanych z nagłym uziemieniem tyczki.

Wybicie

- Co ciekawe, zawodnik, zatykając tyczkę w dołku, prostuje ręce w łokciach. Innymi słowy, tyczkę, którą w czasie całego biegu ma z boku ciała, teraz szybkim ruchem przekłada nad głowę. Po co? W fizyce mówi się o tzw. momencie obracającym. Proste ręce i tyczka wysoko nad głową w momencie jej unieruchomienia powodują, że tyczkarz zostaje uniesiony. Gdyby tyczka w momencie unieruchomienia jej jednego końca była w takiej pozycji jak w czasie początkowej fazy rozbiegu, a więc na wysokości pasa, energia także zostałaby w niej zmagazynowana, ale w chwili jej oddawania, zawodnik nie zostałby uniesiony, tylko… odepchnięty w tym samym kierunku, z którego przybiegł. Mówi o tym jedna z zasad dynamiki Newtona.

Leciiimy

- Tyczka zatknięta, ręce wyprostowane nad głową i dodatkowe odbicie się nogami od podłoża. Teraz energia sprężystości zamieniana jest na energię potencjalną. Tyczka prostuje się, czyli oddaje zmagazynowaną w sobie energię, skoczek unosi się coraz wyżej. W pewnym momencie tego lotu wznoszącego, zawodnik obraca się głową w dół. Gdy tyczka odda całą energię, skoczek przestanie się wznosić. Nie ma czynnika, który powodowałby dalszy lot w górę. Właśnie jest na maksymalnej dla siebie wysokości. Teraz, zanim zacznie opadać, musi wykonać jeszcze zabieg polegający na znalezieniu się po drugiej stronie poprzeczki. Resztę robi grawitacja.

O tyczce

- Tyczki są wykonywane z odpowiednio sprężystego materiału (włókna szklanego albo kompozytów węglowych). Tyczki mogą mieć różną długość, masę, sprężystość i wytrzymałość. Co ciekawe, są tak wyprofilowane, że zginają się tylko w jednym kierunku. Są lekko wygięte. Dobierane są indywidualnie do zawodnika.

- Niestety wszystkie tyczki gubią część energii, która ucieka w postaci ciepła powstającego przy odkształceniu. To zjawisko potrafi urwać sportowcom od 10 do 25 cm.

Skakać wyżej

- To dlaczego by tak nie wziąć sobie 20-sto metrowej tyczki i skakać na 20m?
- Właśnie dlatego, że się nie da. Do pewnego stopnia rzeczywiście, im dłuższa tyczka (dłuższa tyczka może zmagazynować więcej energii) tym wyższy skok, ale wszystko ma swoje granice. Tyczka jest czymś w rodzaju akumulatora energii, ale ta energia nie pochodzi z powietrza. Nie pochodzi też z samej tyczki, tylko jej źródłem jest biegnący zawodnik.
- Innymi słowy, to nie długość tyczki ma decydujący wpływ na wysokość skoku, tylko prędkość (energia) biegnącego zawodnika. Dlatego nie można pobijać rekordu 6,6–6,7 m.
- Ale za długa tyczka może być dla zawodnika wręcz niebezpieczna. Po to, żeby tyczkarz przeleciał nad poprzeczką, tyczka musi zdążyć się wyprostować (oddać całą zmagazynowaną w sobie energię). Za długa tyczka nie zdąży ustawić się w pionie, a to spowoduje, że tyczkarz zacznie spadać, ale nie za poprzeczką, tylko przed nią.

Wysokość skoku

- Licząc ze wzorów Ek=mv2, Ep=mgh (z pominięciem strat) można oszacować na jaką wysokość skoczy zawodnik , jednak zawodnicy skaczą wyżej (choć teoretycznie powinni niżej). Jak to się dzieje?

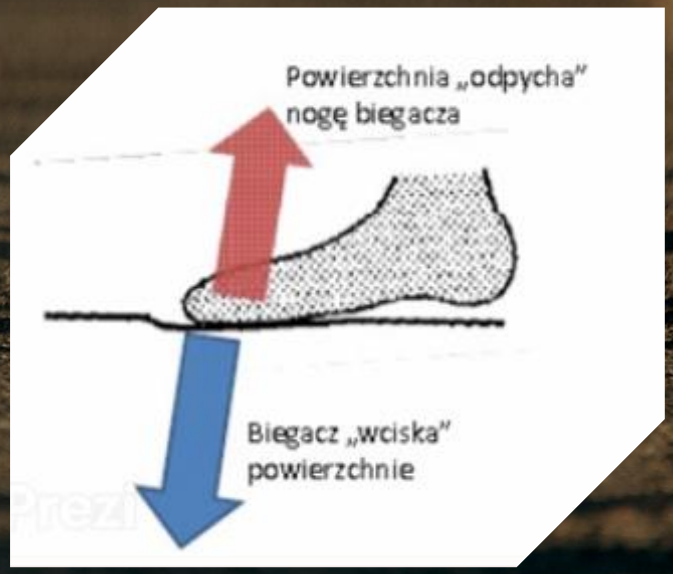
- Skoczek dopóki trzyma tyczkę, ma za jej pośrednictwem punkt podparcia. Pracą mięśni może do całego układu dodawać energii. Robi to, podciągając się na tyczce, obracając i odpychając na koniec. O ile suma strat energii rozchodzącej się w postaci wibracji czy ciepła może obniżyć wynik o niemal metr, o tyle praca wykonana przez sportowca już po oderwaniu się od ziemi wystarcza, u najlepszych, do wyniesienia ciała nawet na 1,4 m.
- Skoczek w szczytowym momencie skoku ma więc wyższą energię niż pod koniec rozbiegu.

- Dlatego, zawodnicy osiągają różne wyniki. Jedni biegają szybciej, inni wolniej. Jedni potrafią więcej energii zmagazynować w tyczce, inni mniej. W końcu bardzo ważny jest moment wybicia i ta chwila na samej górze, czyli zmiana pozycji i „przeskoczenie” tyczki.

Bieganie

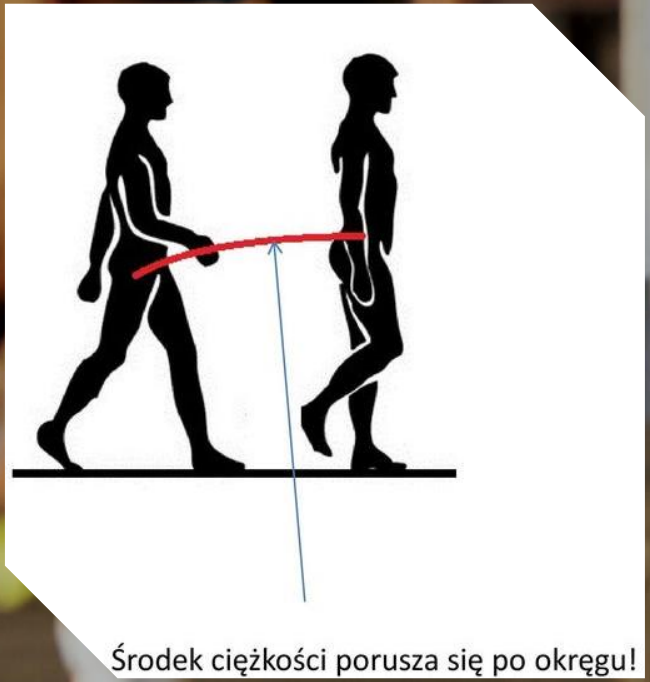
- W biegach również przydaje się znajomość fizyki, głównie po to, żeby się zbytnio nie namęczyć. (Ograniczamy straty energii)

- Biegniemy i chodzimy głównie dzięki III zasadzie dynamiki Newtona. Działamy siłą na podłoże i taka sama siła działa na nas.



„Mechanizm biegnięcia”

- Idąc , na przemian obniżamy i podnosimy swój środek ciężkości



- A skoro mamy ruch po okręgu to działa siła odśrodkowa. Przy pewnych prędkościach (ok. 7m/s) zaczyna być większa niż siła grawitacji. I zaczyna odrywać nas od ziemi. I zaczynamy biec.
- Dlatego chodziarze wykonują ruchy biodrami, żeby jak najbardziej zmniejszyć wahania środka ciężkości, przez co siłę odśrodkową, która im przeszkadza.

Dlaczego się męczymy?

- Bieganie tak męczy, ponieważ musimy dźwigać ciężar ciała wyżej niż podczas chodzenia, a na dodatek nasze mięśnie muszą pracować z o wiele większą mocą.

- Przebiegnięcie 1 km wymaga energii około 100000 J zużytej na samo podnoszenie środka ciężkości biegacza.
- Dodajmy jeszcze energię zużytą na pokonywanie oporów (np. wiatr)

Jak wykorzystać prawa fizyki?

- Można skorzystać z pomocy siły grawitacji: bieganie w pozycji pionowej nie jest najlepszym pomysłem bo wtedy grawitacja ciągnie w dół, ale wystarczy się lekko pochylić i siła grawitacji pociągnie do przodu.
- Wymachy rąk. Ręka jest jak wahadło; im dłuższa (wyprostowana) tym potrzeba więcej siły, żeby nią poruszać. Dlatego można skrócić rękę (zginając ją w łokciach) dzięki czemu możemy zwiększać częstotliwość zużywając mniej energii.
- Minimalizowanie oporu powietrza: można „schować się” za kimś (biec na zakładkę), pomyśleć o dobrym ubraniu

Fizyka odgrywa też rolę w termoregulacji

Sposoby schładzania ciała:

- Konwekcja
- Parowanie

Problem pojawia się, gdy temp. otoczenia robi się wyższa niż temp. skóry (w przybliżeniu 33°C) wtedy ciepło nie może być tracone przez konwekcję. Dlatego kierunek oddawania (transferu) ciepła jest odwrotny, a tkanki w pobliżu powierzchni ciała zdobywają ciepło ze środowiska, zamiast je tracić.

Parowanie

- Drogą do utraty ciepła jest wytwarzanie potu, który chłodzi, bo paruje. Żeby wyparować pobiera pomiędzy 1,092 do 2,520 kJ ciepła (na litr potu odparowywanego) z naszego ciała
- Dlatego w upały nie opłaca się biegać bez koszulki, nie dość, że chroni ona przed promieniowaniem (jednym ze sposobów przekazywania ciepła) to kiedy jest mokra, zaczyna nas ochładzać.

Co ma do tego wilgotność powietrza?

- Gdy bieg rozgrywany jest w warunkach niskiej wilgotności powietrza (poniżej 60%), proces parowania następuje szybko, co wpływa na efektywne chłodzenie skóry. Natomiast, gdy biegniemy w warunkach wysokiej wilgotności powietrza (powyżej 60%), proces parowania i chłodzenia jest wyraźnie ograniczony, a w niektórych przypadkach nawet zatrzymany.

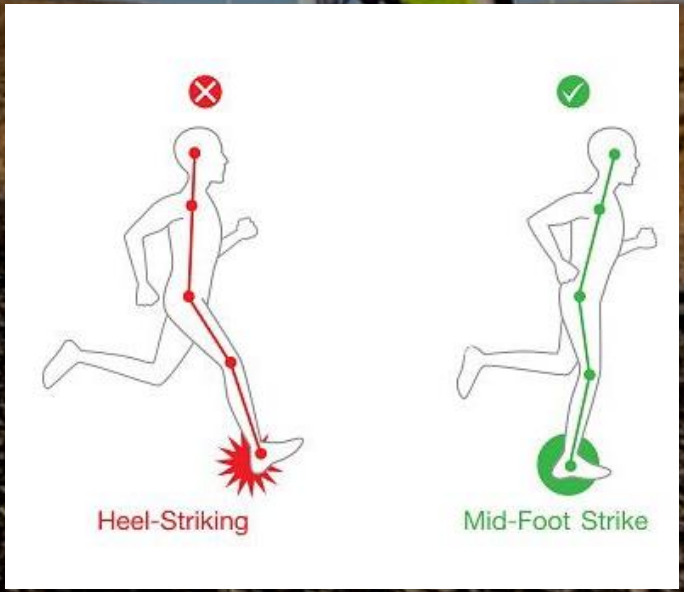
- Wysoka wilgotność względna nie tylko utrudnia pocenie się ale i oddychanie, ponieważ w powietrzu jest mniej tlenu.

- Tak było w podczas maratonu w Rio w 2016. Temperatura wynosiła ok. 21 stopni więc nie najgorzej, ale wilgotność była 95 procent, to spowodowało, że tempo, które w normalnych warunkach byłoby dla zawodników akceptowalne a dla innych nawet zbyt łatwe, okazywało się zbyt wymagające.

Odpowiednia technika

- Musimy zwrócić uwagę na jeszcze inny, istotny czynnik sprawiający, że bieg staje się kosztowny energetycznie. Prześledźmy z punktu widzenia siły (jej kierunku) fazę kontaktu stopy z podłożem. U większości biegaczy w momencie kiedy stopa wchodzi w kontakt z podłożem kierunek siły natarcia nie jest skierowany pionowo w dół. Występuje składowa pozioma siły, działająca w kierunku ruchu powodując zmniejszenie prędkości. Kiedy stopa jest odrywana pojawia się składowa pozioma siły o przeciwnym zwrocie powodując wzrost prędkości . Mamy wiec ciągłe hamowanie i przyspieszanie.

- **Co robić, by nie hamować w trakcie biegu?**
- Aby nie hamować w trakcie biegu i tym samym nie tracić energii stopa atakująca powinna lądować w takim miejscu, by środek ciężkości naszego ciała znajdował się tuż za punktem styku stopy z podłożem.



Co się dzieje z energią?

- Energia, którą tracimy odnajduje się rzecz jasna gdzie indziej. Gdzie? Np. w cieple, które oddajemy podłożu, albo dobrze słyszalnej energii akustycznej (KLAP – KLAP). Nie wszystkie straty energetyczne, idą tylko na efekty cieplno-akustyczne. Część energii magazynowana jest w ścięgnach biegacza, które ulegają częściowemu odkształceniu. przykładowo ścięgno Achillesa jest w stanie oddać 93 procent energii włożonej w jego naciągniecie. (Dlatego warto mieć amortyzujące buty.)

Kolarstwo

- Drugą ważną rzeczą jest siła odśrodkowa, która głównie odpowiada za równowagę roweru gdy pochylamy się na zakręcie do wewnątrz - działa w przeciwną stronę, przywracając nam pozycję pionową. Ważnym parametrem jest ślad roweru, to odległość między punktem styku przedłużonej osi kierownicy z ziemią, a punktem, w którym przednie koło dotyka gruntu.

Mechanizm jazdy

- Dlaczego jak rower stoi to się przewraca, a jak jedzie (zazwyczaj) nie?
- Nie jest to działanie efektu żyroskopowego, ponieważ koła roweru są zbyt cienkie i lekkie.
- Dzieje się tak za sprawą ruchomej kierownicy. Z zablokowaną kierownicą daleko się nie pojedzie. Gdy rower wychyla się w prawo, rowerzysta skręca w prawo, żeby rower z powrotem mógł pod niego wjechać. (To trochę tak jak balansowanie kijem na palcu, gdy ten zaczyna się przechylać wykonujemy podobne ruchy ręką)
- Im szybciej się jedzie tym rower jest stabilniejszy, ponieważ im mniejsza prędkość tym więcej czasu potrzeba żeby rower wjechał pod rowerzystę. Rower nie nadąża i trzeba skręcać mocniej i gwałtowniej.
- w takim razie czemu można jechać bez trzymanki? Rowery wyposażone są w widelec, którego działanie sprawia, że przechylając siodełko, kierownica skręca się automatycznie. Rower skręca sam.

Łatwiej na rowerze niż pieszo

- Dlaczego łatwiej jest przejechać 5 kilometrów na rowerze niż przebiec lub nawet przejść tę samą odległość?

  Przecież efekt końcowy w obu przypadkach jest jednakowy. Pewna masa (człowieka) zostaje przeniesiona na odległość 5 kilometrów, a źródłem energii w obu przypadkach jest wyłącznie nasz organizm (głównie nogi). Ponadto sam rower nie tylko nie jest w stanie wykonać żadnej pracy to jeszcze powiększa masę, która musimy przenieść z jednego miejsca na drugie.

- W obu przypadkach wykonana zostaje pewna praca. Nie jest ona jednak wcale określona przez przeniesioną masę, a przez siły, które musimy pokonać w czasie ruchu. Jadąc na rowerze siłami tymi są przede wszystkim siły tarcia i opór powietrza, jak już wiemy, idąc musimy pokonywać siłę grawitacji dźwigając na każdym kroku swój środek ciężkości (o ok. 10cm, co na 5km daje ponad 500m.)

Siły tarcia i oporu

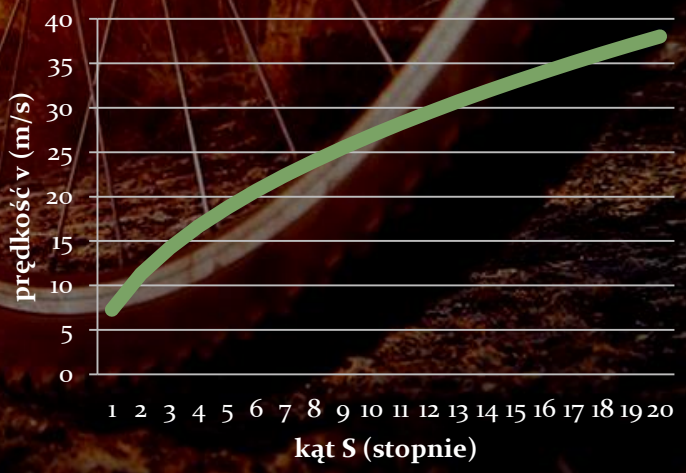
- Przyjmuje się szacunkowo, że utrzymanie stałej prędkości jazdy na dobrym rowerze wymaga pokonania siły tarcia równej około 4 N. Składa się na nią tarcie w łożyskach kół oraz tarcie toczne opon. Przy prędkości jazdy 15 km/godz. siła oporu powietrza równa jest także w przybliżeniu 4 N. Zatem całkowita siła do pokonania w czasie ruchu wynosi 8 N. Tym samym praca wykonana na odcinku 1 km równa jest 8000 J.

- Zbadano, że siła tarcia, dla wysokiej jakości roweru, równa jest około 0,05 N na każdy kilogram masy (wliczając oczywiście masę roweru). Opór powietrza zależy głównie od prędkości kolarza. Możemy zapisać w prostej postaci całkowitą siłę, jaką musi pokonać kolarz o masie M jadący z prędkością v na rowerze o masie m:
- $F = 0{,}05\,(M + m) + 0{,}015\,v^2$ prędkość w km/h
- $F = 0{,}05\,(M + m) + 0{,}1944\,v^2$ prędkość w m/s

Kąt nachylenia drogi

- Wzór na poprzednim slajdzie może być przydatny do określenia maksymalnej prędkości możliwej do uzyskania przy jeździe po szosie poziomej, jak i po szosie o określonym spadku. Jeśli zjeżdżamy w dół i wykorzystujemy istnienie grawitacji, która za nas pokonuje opory ruchu, to możemy zapisać wzór w postaci
- $(M + m)\, g \sin S = 0{,}05\, (M + m) + 0{,}015\, v^2$
- Wyrażenie po lewej stronie równania jest po prostu składową siły ciężkości w kierunku ruchu, kąt S określa nachylenie szosy w stosunku do poziomu, g jest przyspieszeniem ziemskim (ok. 10m/s).
- Występująca we wzorze prędkość v zależy jak widać od całkowitej masy i od kąta nachylenia. Zostaje ona oczywiście osiągnięta po pewnym czasie od momentu rozpoczęcia ruchu, a następnie pozostaje już stała jak nakazuje pierwsza zasada dynamiki.

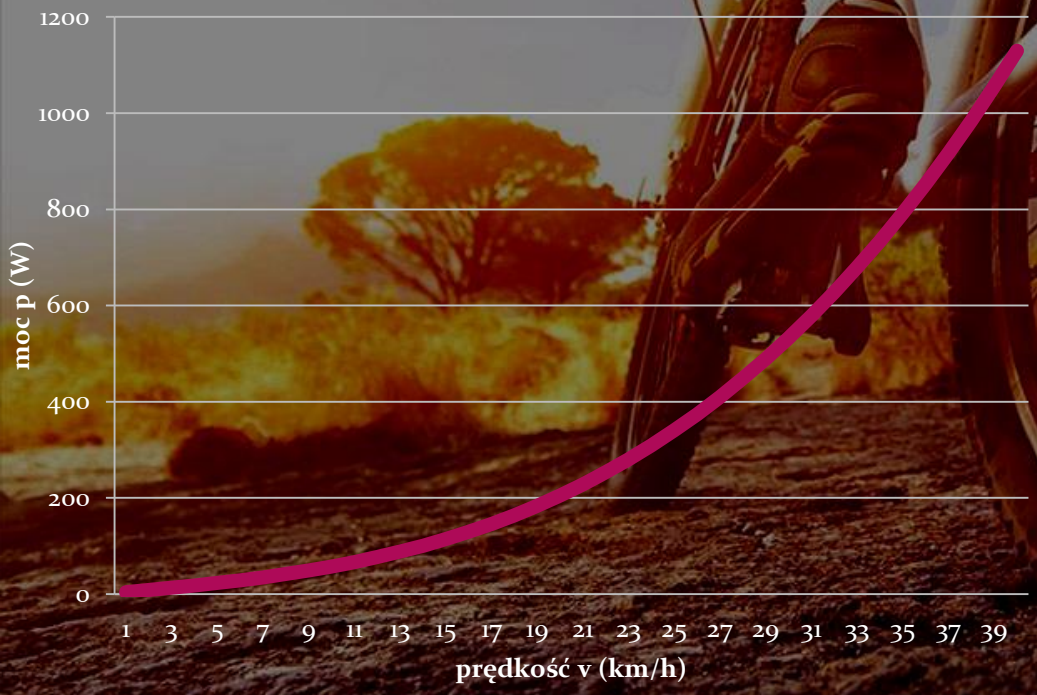
- Wykresy pokazują, w jaki sposób maksymalna prędkość zależy od kąta nachylenia szosy dla kolarza ważącego (z rowerem) 85kg. Widać, że już dla tak niewielkiego spadku jak 5 stopni, możliwa do uzyskania prędkość wynosi aż 70 km/godz. Tak karkołomne prędkości wymagają umiejętności jazdy, które posiedli tylko kolarscy mistrzowie. My musimy naciskać na hamulce zwiększając opory tarcia lub ewentualnie prostować i podnosić się na siodełku zwiększając opór powietrza.



Moc

- Kończy się nachylenie szosy i zaczynamy jechać poziomo z prędkością v. Moc p potrzebna do utrzymania takiej prędkości równa $p = Fv$. Możemy zatem wykorzystać wzór $F = 0{,}05\,(M + m) + 0{,}015\,v^2$ i rozpatrując w dalszym ciągu kolarza o masie 85 kg, moc p zapisać w postaci:
- $p = 4{,}25\,v + 0{,}015\,v^3$
- Podstawiając prędkość w km/godz. otrzymujemy moc wyrażoną w watach. Jeśli chcemy wyrazić moc w np. koniach mechanicznych, to musimy tylko zmienić współczynniki. Wzór przyjmuje wtedy postać
- $P = 0{,}0061\,v + 0{,}00002\,v^3$

- Moc potrzebna do utrzymania stałej prędkości 15 km/godz. wymaga zaledwie 115W (0,04 konia mechanicznego) i dla zdrowego człowieka utrzymanie jej przez godzinę nie stanowi większej trudności. Przy pedałowaniu przez minutę, maksymalną moc kolarskiego mistrza ocenia się na około 0,8 konia mechanicznego.



- Opór aerodynamiczny jest proporcjonalny do v^2, a moc proporcjonalna jest do v^3 .Tym samym uzyskanie stosunkowo niewielkiego wzrostu prędkości wymaga znacznego wzrostu włożonej mocy (zmniejszenie oporu zwiększa prędkość w mniejszym stopniu, niż można by się tego spodziewać.)

Rekordy

- Walka o sekundy to nie tylko kwestia kolarza i roweru. Przy prędkościach sięgających 50 km/godz. opór powietrza stanowi 90% całkowitej siły oporu. Około 2/3 oporu aerodynamicznego pochodzi od samego kolarza.

- Wielkie znaczenia ma pozycja kolarza, a zwłaszcza na zjazdach. Opór aerodynamiczny jest wtedy praktycznie jedynym oporem ruchu i już niewielka zmiana w sylwetce może przynieść znaczne zyski lub straty. Kolarz w optymalnej aerodynamicznie pozycji może, nawet nie pedałując, zjeżdżać szybciej niż mocno pedałujący obok kolega, który nieznacznie podniesie do góry głowę i barki.

Rekordy prędkości

- Pozyskiwanie rekordowych prędkości jest możliwe w jeździe za innym pojazdem. Strumień powietrza teraz opływa kolarza z boku. Dzięki temu zredukowana zostaje siła hamująca, będąca wynikiem różnicy ciśnień powstającej między obszarami przed i za kolarzem.

- Rekord świata prędkości jazdy na rowerze uzyskano za specjalnie przygotowanym do tego celu samochodem (wynosi aż 243,65 km/godz). Próbę podjęto też na dużej wysokości (zmniejszona gęstość powietrza)

Jazda w grupie

- Schowanie się za prowadzącym może zmniejszyć opór prawie dwukrotnie. Próby wykonane w tunelach aerodynamicznych wykazały, że przy minimalnej odległości między kolarzami, opór aerodynamiczny stawiany drugiemu kolarzowi jest mniejszy o 44%. Przy zwiększeniu do 2 metrów odległości między kołami rowerów, drugi kolarz pokonuje opór zmniejszony o 27%. Przy prędkościach z jakimi ścigają się kolarze siły oporu powietrza są bardzo duże. Stąd też pojedynczy kolarz na dłuższym odcinku praktycznie nie ma szans w walce z grupą współpracujących ze sobą zawodników.

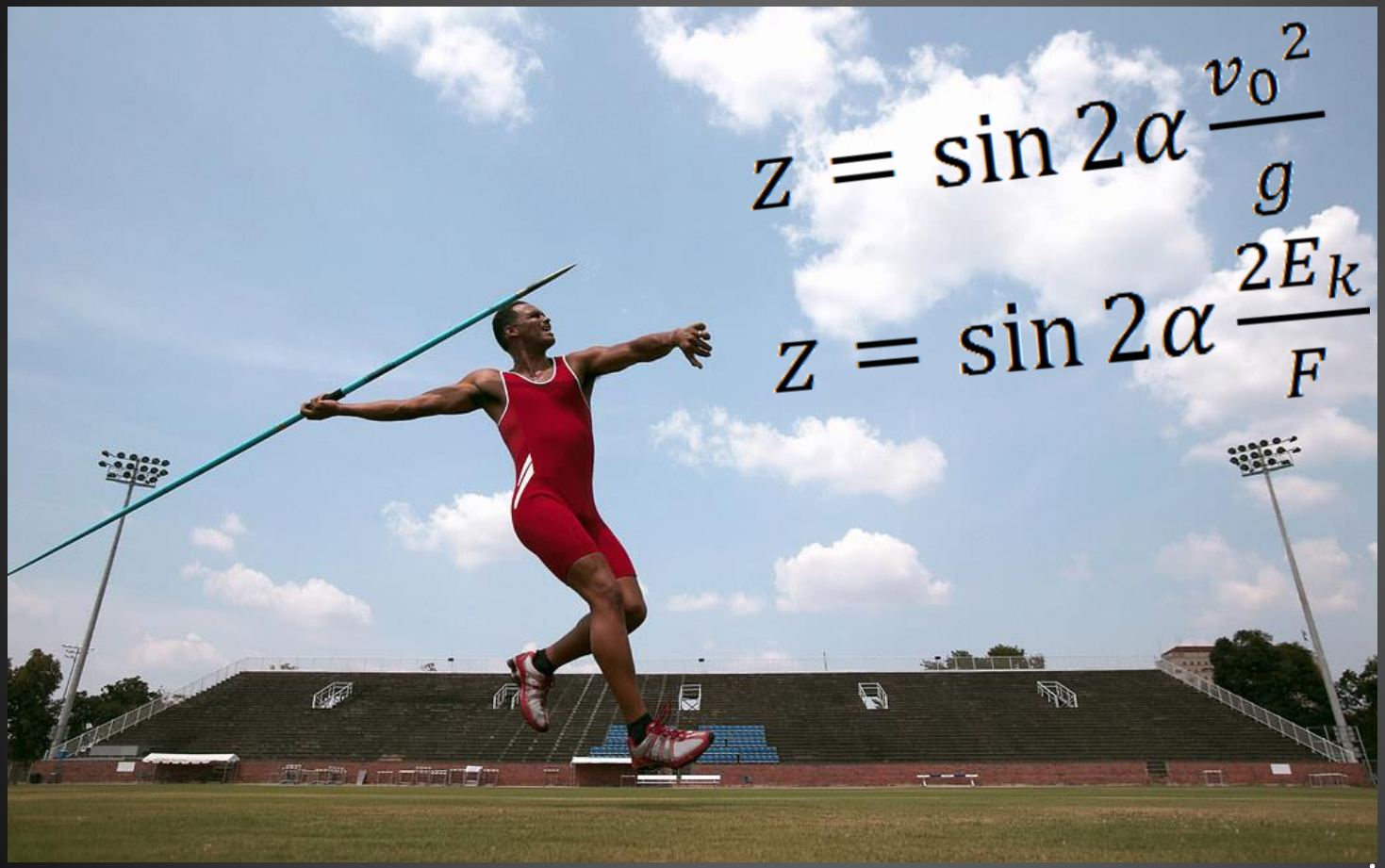
Łyżwiarstwo

- Tarcie kinetyczne nie zależy od wielkości powierzchni trących o siebie, a jedynie od ich wzajemnego nacisku i współczynnika tarcia.
- Dlaczego więc jazda na łyżwach jest znacznie efektywniejsza, niż ślizganie się na butach?
- Podczas tarcia ostrza łyżwy i podeszwy buta o lód wytwarza się ciepło (porównywalna ilość w obu przypadkach), które nie jest rozpraszane i niemal w całości zostaje zużyte na stopienie określonej objętości lodu przy powierzchni styku. Ponieważ spód ostrza ma małą powierzchnię, to stopi się pod nim znacznie grubsza warstwa. A im głębsza warstwa wody, tym mniejszy współczynnik tarcia i tym samym mniej oporów ruchu.

Łyżwiarstwo figurowe

- Kiedy łyżwiarka skoczy, zwiększa prędkość obrotową, szybko przyciągając ręce i nogi do ciała. Zmniejsza to jej moment bezwładności powodując, że szybciej się kręci.

Rzut oszczepem



$$z = \sin 2\alpha \frac{{v_0}^2}{g}$$

$$z = \sin 2\alpha \frac{2E_k}{F}$$

Oszczepy są tak robione, żeby ich środek ciężkości nie znajdował się na środku oszczepu tylko „z tyłu”. Dlatego, że taki oszczep spada bliżej, a stadion jest za krótki

Tenis

- Efekt Magnusa
- Zasada zachowania pędu
- Zasada zachowania energii
- II i III zasada dynamiki

- Jak widać fizyka obecna jest w każdym sporcie (może oprócz szachów) i gdyby nie ona uprawienie jakiegokolwiek sportu byłoby niewykonalne
- Znajomość praw fizyki rządzących daną dyscypliną może pomóc też w osiąganiu lepszych wyników i bicia rekordów.

Dziękuję za uwagę ☺

Ewa Bambynek 2g