**7. OPORY RUCHU - semestr 1**

**podręcznik część 1, strony 58 – 64**

**Na poruszające się lub wprawiane w ruch ciała działają siły oporu. Siły oporu ruchu utrudniają nam wykonywanie wielu czynności, np. przesuwanie ciężkich przedmiotów i jazdę na rowerze. Potrafią znacznie nadszarpnąć domowy budżet, podnosząc koszt spalania paliwa samochodowego. Czy istnieją pozytywne skutki ich działania? Czy to prawda, że bez nich nasze dotychczasowe życie nie byłoby takie jak dotychczas?**

# 1. Dlaczego poruszające się ciała zatrzymują się?

Wszystkie poruszające się w naszym otoczeniu ciała napotykają siły, które przeciwdziałają ich ruchowi. Mogą być one na przykład wynikiem oporu, który stawia poruszającemu się ciału ośrodek, lub tarcia między powierzchnią podłoża i ciała znajdującego się w ruchu. Określamy je jedną wspólną nazwą – **siłą oporu ruchu.**

**Zapamiętaj!**

Opory ruchu:

* zwiększają się wraz ze wzrostem wartości prędkości ciała względem ośrodka;
* zależą od kształtu ciała;
* są większe w cieczach niż w gazach.

Dlaczego np. ryby i ptaki mają opływowe kształty?

Opływowy kształt ciała ryby zmniejsza opory ruchu w środowisku wodnym, a kształt ciała ptaka pozwala na łatwiejsze pokonywanie oporu powietrza w czasie lotu.

**2. Opory ruchu na powierzchni styku dwóch ciał – tarcie**

Jeśli chcemy przesunąć szafę czy skrzynię, musimy działać na nie pewną siłą. Zauważamy jednak, że mimo działającej siły szafa się nie porusza. Zwiększamy siłę działającą na szafę – szafa ani drgnie. Opór, który pojawia się podczas próby ruszenia szafy z miejsca, nazywamy [tarciem statycznym](javascript:void(0);). Na szczęście przy wzroście siły zewnętrznej siła tarcia statycznego osiąga swoją maksymalną wartość i przy dalszym wzroście siły zewnętrznej szafę można ruszyć z miejsca.

Kiedy szafa przesuwa się, tarcie również występuje. Ma ono jednak mniejszą wartość niż maksymalna siła tarcia statycznego. Tarcie występujące podczas przesuwania szafy nazywamy [tarciem kinetycznym](javascript:void(0);).

## a) tarcie statyczne

Każda powierzchnia, nawet taka, która na pierwszy rzut oka wydaje się idealnie gładka, ma wiele nierówności. Powodem powstawania tarcia statycznego są nierówności stykających się powierzchni oraz siły przylegania między ich atomami. Chcąc przesunąć jedną powierzchnię równolegle względem drugiej, musimy pokonać nieregularności tych powierzchni i oderwać przylegające do siebie atomy.

Oddziaływania są wzajemne, więc szafa działa na nierówności podłogi, a podłoga – na nierówności nóżek szafy. Im większą siłą działamy, pchając szafę, tym większa jest siła tarcia. W końcu, w miarę dalszego zwiększania siły działającej na ciało, opór stawiany przez nierówności podłogi i nóżek szafy zostaje pokonany i szafa zaczyna się przesuwać.  
Siłę tarcia oznaczamy najczęściej symbolem FT  i wyrażamy w jednostkach siły – niutonach [N]

Pomimo że przykładamy nawet sporą siłę do niektórych przedmiotów, nie możemy ich poruszyć. Siła tarcia statycznego między przedmiotem a powierzchnią podłoża ma przeciwny zwrot do siły starającej się przesunąć ciało i czasami jest zbyt wielka, aby ją pokonać. Wraz ze wzrostem siły działania zwiększa się również siła tarcia statycznego aż do momentu, kiedy ciało zacznie się w końcu poruszać. Wtedy tarcie statyczne przyjmuje maksymalną wartość.

## b) tarcie kinetyczne

Przesuwające się powierzchnie ciał stawiają opory ruchu, które nazywamy [tarciem kinetycznym](javascript:void(0);).

**Zapamiętaj!**

Siła tarcia kinetycznego działa między powierzchnią poruszającego się ciała a powierzchnią podłoża. Ma ona kierunek zgodny z kierunkiem przemieszczania się ciała, a jej zwrot jest przeciwny do zwrotu wektora prędkości tego ciała.

Siła tarcia kinetycznego nie zależy od pola powierzchni stykającej się z podłożem poruszającego się ciała, a jedynie od siły nacisku tego ciała na podłoże oraz od rodzaju stykających się powierzchni.

## c) jak obliczyć siłę tarcia kinetycznego?

Pamiętajmy, że charakter praw rządzących tarciem jest czysto doświadczalny. Warunkiem ich występowania jest istnienie siły prostopadłej do powierzchni styku trących ciał. Zależą one głównie od siły nacisku i rodzaju powierzchni trących oraz zdecydowanie w mniejszym stopniu od prędkości poruszającego się ciała. Do obliczenia w pewnym przybliżeniu sił tarcia możemy posłużyć się następującym wzorem:  **FT = f · FN**

**We wzorze nie występują wektory, lecz tylko ich wartości!**

FT[N] – siła tarcia,, FN[N] – siła nacisku,, f – współczynnik tarcia.

[Współczynnik tarcia kinetycznego](javascript:void(0);) zależy od rodzaju trących o siebie powierzchni. Nie posiada on jednostki – możemy to zauważyć po przekształceniu wzoru na wartość siły tarcia.

**f =**

Współczynnik tarcia jest więc wielkością niemianowaną – nieposiadającą jednostki fizycznej (miana)

**Zapamiętaj!** Współczynnik tarcia statycznego jest równy stosunkowi maksymalnej siły tarcia statycznego do siły nacisku.

W przedstawionej możemy znaleźć przykładowe wartości współczynnika tarcia występującego między powierzchniami wybranych materiałów.

| Wartości współczynnika tarcia wybranych materiałów na danej powierzchni | | |
| --- | --- | --- |
| **Oddziałujące ze sobą powierzchnie** | **Współczynnik tarcia statycznego** | **Współczynnik tarcia kinetycznego** |
| łyżwy po lodzie | 0,027 | 0,014 |
| narty po śniegu | 0,1 | 0,04 |
| drewno po drewnie | 0,65 | 0,4 |
| opona po mokrym betonie | 0,7 | 0,5 |
| opona po suchym betonie | 1,0 | 0,7 |

**Ciekawostka :** Tarcie toczne pojawia się podczas toczenia się walca lub kuli po płaskiej powierzchni. Siła wprawiająca ciało w tego typu ruch jest znacznie mniejsza niż siła wymagana do jego przesunięcia. Dlatego w urządzeniach mechanicznych stosuje się tak wiele łożysk. Ruch walca po płaskiej powierzchni to przykład tarcia tocznego.

## d) czy tarcie może być pożyteczne?

Tarcie odgrywa niezwykle istotną rolę w naszym życiu. Jest z jednej strony zjawiskiem niepożądanym, utrudniającym wykonywanie pracy, z drugiej zaś pozwala nam funkcjonować na co dzień – chodzić, pisać czy jeździć samochodem.  
Gdyby nie tarcie między drogą a oponami, nasz samochód nie byłby w stanie ruszyć, jego koła kręciłyby się w miejscu. Gdyby jednak mu się to udało, nie bylibyśmy się w stanie zatrzymać – nie byłoby ani tarcia między szczękami hamulców a tarczą hamulcową, ani między oponami a drogą.

Koła się toczą dzięki sile tarcia, gdyby nie ona obracałyby sie nie przesuwając samochodu. Również zwykła czynność chodzenia byłaby trudna lub wręcz niemożliwa. Gdyby nie siła tarcia, nasze buty ślizgałyby się; przypominałoby to poruszanie się po lodzie. Protektor podeszwy butów zwiększa siłę tarcia i chroni nas przed upadkiem na śliskich powierzchniach. Gdyby nie było tarcia, nie bylibyśmy w stanie niczego napisać – po pierwsze dlatego, że do utrzymania długopisu potrzebne jest tarcie między powierzchnią długopisu a dłonią; po drugie, aby długopis mógł pisać, potrzebne jest tarcie między końcem jego wkładu a kartką papieru.

# Podsumowanie

* Opory ruchu w wielu sytuacjach utrudniają nam życie i są przyczyną zwiększonego wydatkowania energii. Istnieją jednak sposoby na ich ograniczenie.
* Opory ruchu:
  + zwiększają się wraz ze wzrostem wartości prędkości ciała względem ośrodka,
  + zależą od kształtu ciała,
  + są większe w cieczach niż w gazach.
* Tarcie – siła występująca między powierzchniami stykających się ciał stałych. Jest ona styczna do powierzchni przylegania i przeciwna do kierunku ruchu jednego z tych ciał względem drugiego (tarcie kinetyczne) lub równoważąca zewnętrzne siły, styczna do powierzchni przylegania ciał nieruchomych względem siebie. Tarcie związane z przesuwaniem ciała po powierzchni (tarcie poślizgowe) jest nieco większe podczas wprawiania ciała w ruch niż wówczas, gdy ciało w takim ruchu już się znajduje. Z tego powodu tarcie dzielimy na: statyczne i kinetyczne.
* Siła tarcia statycznego pojawia się wraz z pojawieniem się siły próbującej wprawić ciało w ruch względem podłoża.
* Siła tarcia kinetycznego działa między powierzchnią poruszającego się ciała a powierzchnią podłoża. Ma ona kierunek zgodny z kierunkiem przemieszczania się ciała, a jej zwrot jest przeciwny do zwrotu wektora prędkości tego ciała.
* Siła tarcia kinetycznego zależy od nacisku ciała na podłoże oraz od rodzaju materiałów, z jakich wykonane są stykające się powierzchnie.
* Do obliczenia sił tarcia możemy posłużyć się następującym wzorem:

**FT = f · FN**

gdzie:    
FT[N] – siła tarcia,  
FN[N] – siła nacisku,  
f – współczynnik tarcia.

* Współczynnik tarcia opisuje rodzaj trących o siebie powierzchni i nie ma jednostki.
* Współczynnik tarcia wyznaczamy doświadczalnie.

# Słowniczek

**siła tarcia kinetycznego** – siła występująca między powierzchniami stykających się ciał stałych, styczna do powierzchni przylegania i przeciwna do kierunku ruchu jednego z tych ciał względem drugiego.

**siła tarcia statycznego** – siła równoważąca zewnętrzne siły, styczna do powierzchni przylegania ciał nieruchomych względem siebie.

**Tarcie** – zjawisko występujące podczas przesuwania powierzchni stykających się ciał. Efektem jest powstanie siły tarcia – jest ona styczna do powierzchni przylegania i przeciwna do zwrotu prędkości jednego z tych ciał względem drugiego (tarcie kinetyczne) lub równoważąca zewnętrzne siły, styczna do powierzchni przylegania ciał nieruchomych względem siebie (tarcie statyczne).

**współczynnik tarcia** – niemianowana, wyznaczana doświadczalnie wielkość fizyczna, charakteryzująca dwie trące wzajemnie o siebie powierzchnie, równa stosunkowi siły tarcia do siły nacisku:

PYTANIA I ZADANIA DO ANALIZY – podręcznik część 1, strona 64