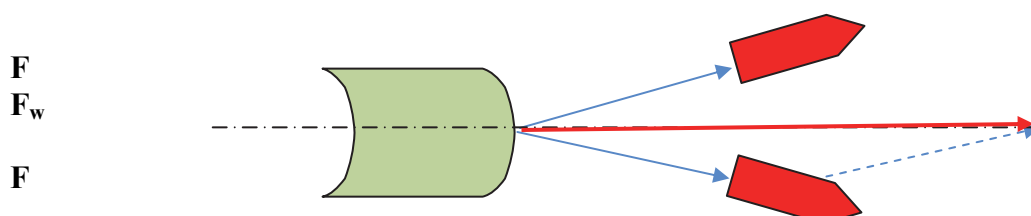


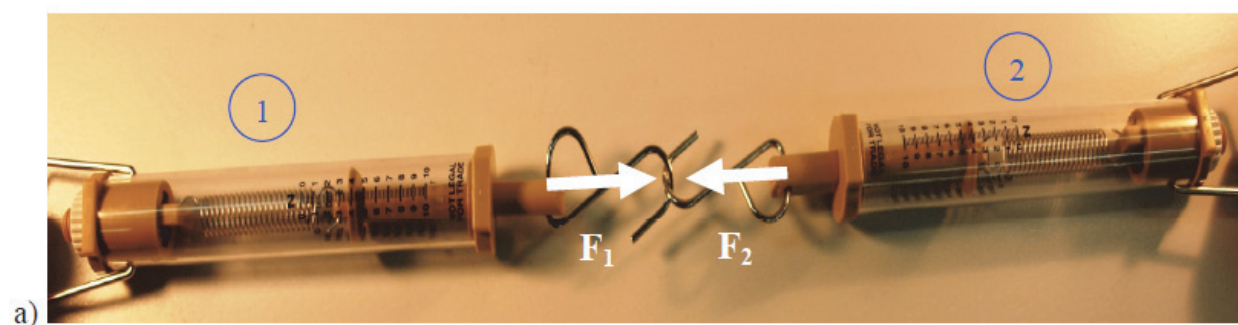
1.1. Suma wektorów

Wektory się sumują, ale to sumowanie musi uwzględniać ich kierunek i zwrot, jak na przykładzie dwóch sił poniżej. (Przykłady z „Toruńskiego poręcznika do fizyki” UMK.)

Rozważmy inny przypadek – dwóch holowników, które ciągną ciężki tankowiec (zob. rys. 4.3). Każdy z holowników ciągnie w nieco innym kierunku, ale tankowiec płynie prosto przed siebie. Dlaczego? Mówimy, że dwie siły się składają i dają siłę sumaryczną, zwaną też po polsku *wypadkową*.



Rys. 4.3. Dwa holowniki ciągną tankowiec. Każdy z holowników działa siłą o wartości F (niebieskie strzałki) ale nieco pod innym kątem od osi tankowca. Z tego powodu wypadkowa siła F_w działająca na tankowiec, zaznaczona kolorem czerwonym, ma wartość nieco mniejszą od $2F$.



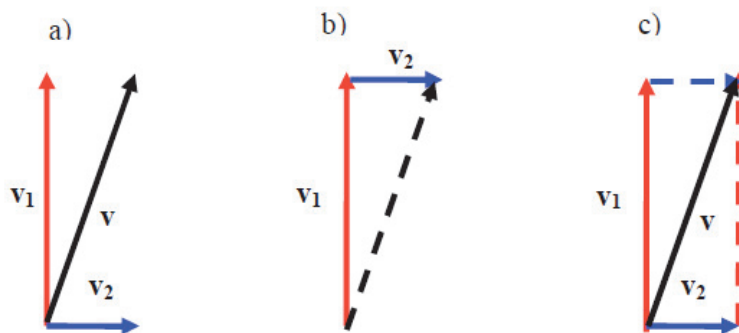
a)

Siła, jako wektor, jest zaczepiona do ciała w określonym punkcie – dla dynamometrów na foto 4.8 są to haczyki, dla holowników na zdjęciach poniżej jest to wielki zaczep na rufie.



Wektor siły ma więc cztery atrybuty: wartość, kierunek, zwrot i punkt zaczepienia.

Wektorem jest również *prędkość*. Rozważmy przykład łódki płynącej w poprzek rzeki. Wioślarz wiosłuje ile sił, ale łódka i tak jest znoszona z prądem. *Wypadkowy* kierunek ruchu będzie złożeniem prędkości własnej łódki (to znaczy prędkości, jaką miałyby łódka na stojącej wodzie) i prędkości prądu rzeki, zobacz rys. 4.9. Mówimy, że *wypadkowy wektor* prędkości jest *sumą* prędkości składowych. Sposób na sumowanie wektorów jest pokazany na rysunkach 4.6 A 4.10.



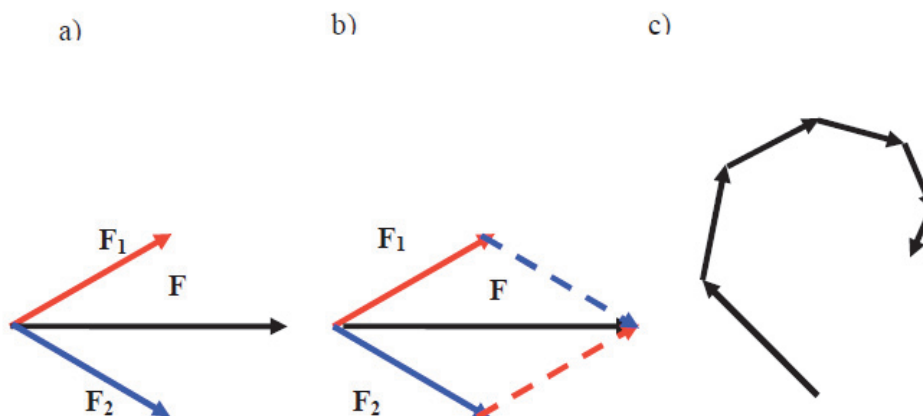
Rys. 4.9 Prędkość jest wektorem.

a) Wioślarz wiosłuje w poprzek rzeki, ale łódka znoszona jest prądem wzdłuż rzeki. Wypadkowa prędkość łódki v (wektor czarny) jest złożeniem prędkości v_1 , jaką miałaby ona na wodzie stojącej (wektor czerwony) i prędkości prądu v_2 (wektor niebieski).

Aby wyznaczyć kierunek wektora wypadkowego (sumarycznego) mamy dwa sposoby: b) możemy wektory *zsumować* przesuwając wektor „2” na koniec wektora „1” – wektor wypadkowy zaczyna się na początku wektora „1” a kończy na końcu wektora „2”

c) na wektorach „1” i „2” budujemy *równoległobok* – wektor wypadkowy jest przekątną tego równoległoboku.

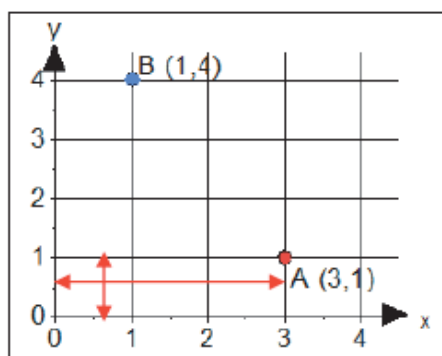
Podobnie, dla znalezienia, ile wynosi i pod jakim kierunkiem działa siła *wypadkowa*, musimy działające siły *dodać*. Na rysunku 4.3 czynimy to dla dwóch holowników.



Rys. 4.10 Siła jest wektorem.

a) Aby określić, jaka wypadkowa siła F działa na ciągnięty tankowiec, sumujemy siły F_1 i F_2 pochodzące od dwóch holowników. b) W sumowaniu dwóch wektorów możemy skorzystać z reguły równoległoboku. c) Reguła równoległoboku staje się niewygodna przy sumowaniu większej ilości wektorów, jak na przykład w tym zagadnieniu, związanym z teorią tęczy. Wygodniej jest w tym przypadku sumować wektory metodą „początku z końcem”.

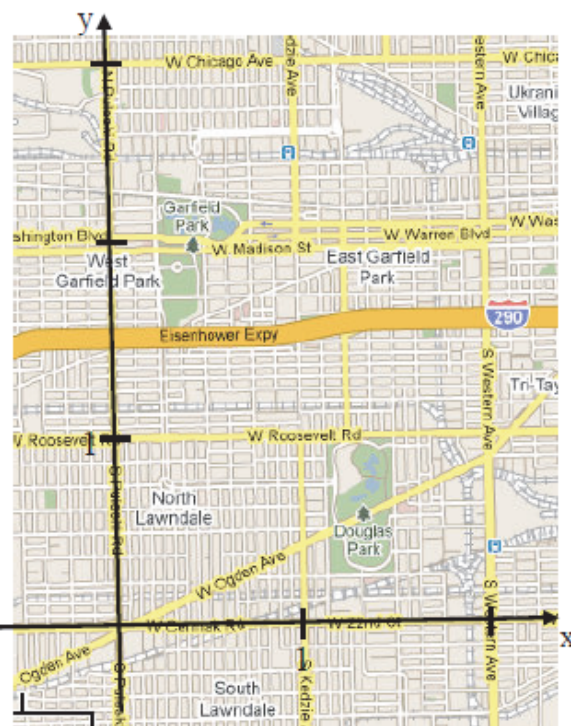
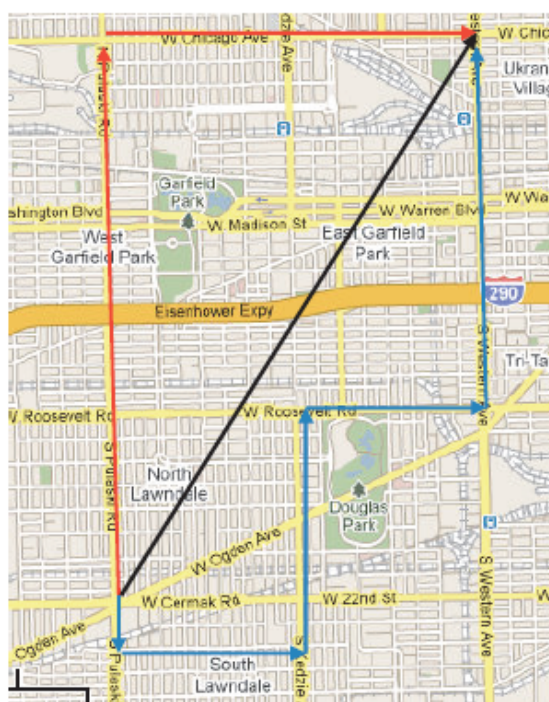
Dla podkreślenia, że jakaś wielkość jest wektorem, zapisujemy ją ze strzałką na górze $\vec{F}$ lub czcionką pogrubioną. I tak „ v ” będzie oznaczało jedynie *wartość* prędkości a zapis „ $\vec{v}$ ” oznacza *wektor* prędkości – pisząc tak, mamy na myśli nie tylko wartość ale i *kierunek* i *zwrot* prędkości. Zauważ, że przemieszczenie ciała też ma kierunek, czyli jest wektorem. W przykładzie na rysunku 3.4, policji goniącej gangsterów, wektor przemieszczenia policji jest równy sumie wektorów przemieszczenia gangsterów.



Rys. 3.3. Ilustracja do zadania 2.1. Współrzędne punktu na płaszczyźnie podają odległości od osi OX (współrzędna y) i od osi OY (współrzędna x).

Przykład 3.2.

Plany wielu miast amerykańskich tworzą szachownicę ulic, przecinających się pod kątem prostym. W Chicago, na skrzyżowaniu ulicy Pułaskiego i Cermaka (zob. rys. 3.4) miał miejsce napad. Gangsterzy uciekają samochodem. Ich samochód przejeżdża 3 mile na północ, po czym 2 mile na wschód ale zatrzymuje się. Helikopter policyjny wyrusza w linii prostej od miejsca napadu do punktu zatrzymania się gangsterów. Ile mil musi przelecieć? Rabusiów goni też inspektor Bagol. Inspektor startuje z miejsca napadu ale pojechał początkowo w niewłaściwym kierunku, później skręcił, dojechał co prawda do rabusiów, ale dłuższą drogą, zobacz to na rysunku.



Rys. 3.4a. Trasa gangsterów (czerwone strzałki), helikoptera policyjnego (czarna strzałka) i inspektora Bagola (niebieskie strzałki). Strzałki oznaczają kierunek przemieszczania się gangsterów, policyjnego i Bagola. Jak widzisz, do tego samego punktu końcowego można dotrzeć na różne sposoby.

Rys. 3.4b. Jeżeli wprowadzimy układ współrzędnych, najlepiej prostokątnych i wybierzmy właściwą jednostkę na osiach (tu jedna mila), to możemy przedstawić kolejne położenia gangsterów w postaci ciągu liczb lub tabelki, zob. poniżej w tekście rozdziału.