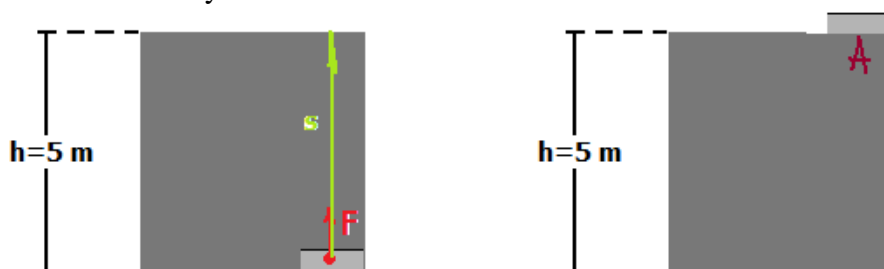


## 5.4 Praca

W języku potocznym praca oznacza wykonywanie pewnych czynności, za które Twoi rodzice otrzymują wynagrodzenie w postaci pieniędzy. W fizyce natomiast pojęcie pracy jest związane z działaniem sił, ale pod pewnymi warunkami.

W rozumieniu fizyki praca jest wykonywana, gdy na ciało działa zewnętrzna siła oraz gdy siła ta spowoduje przesunięcie tego ciała na jakąś odległość. Kolejnym warunkiem wykonania pracy jest to, że działająca siła i przesunięcie nie są do siebie prostopadłe. Poniższe przykłady pomogą Ci w zrozumieniu tych warunków.



Rys.5.2 Ilustracja do przykładu 4.6.

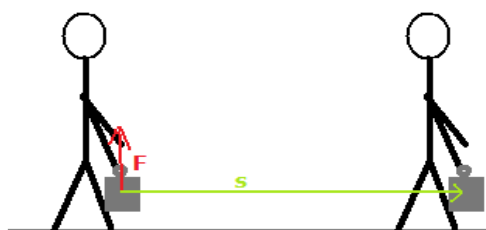
### Przykład 5.7

Dźwig budowlany podnosi stalowe elementy konstrukcji bloku z powierzchni ziemi na wysokość 5 m w pewne miejsce A.

W tym przypadku została wykonana praca. Dźwig działał na stalowe elementy siłą pionowo do góry. Elementy zostały przesunięte również w pionie. Kierunek działającej siły i kierunek przesunięcia były równoległe.

### Przykład 5.8

Niesiesz ze sklepu torbę z zakupami do domu.



Rys.5.3 Ilustracja przykładu 5.8.

Na torbę z zakupami działasz siłą pionowo w górę (nie chcesz przecież, żeby torba Ci wypadła z ręki), a przesunięcie torby następuje w poziomie. W rozumieniu fizyki nie wykonujesz pracy, ponieważ kierunek działającej siły i kierunek przesunięcia są do siebie prostopadłe.

Aby obliczyć pracę, jaka została wykonana trzeba znać wartość siły, która działała na ciało oraz wartość przesunięcia. Siła i przesunięcie są wielkościami wektorowymi, ale praca jest skalarem (liczbą).

### Definicja pracy:

$$\text{praca} = \text{wartość siły} \cdot \text{wartość przesunięcia}$$

W fizyce pracę oznacza się literą „W”, ponieważ po angielsku praca to *work*.

Stosując symbole można zapisać wzór na pracę:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{s} \quad (5.2)$$

Dowiedziałeś się, że praca jest skalarem, dlatego powyższy wzór można zapisać w prostszej postaci, ale tylko jeśli działająca siła jest równoległa do przesunięcia ciała

$$W = F \cdot s$$

Jeżeli natomiast działająca siła jest prostopadła do przesunięcia, tak jak ma to miejsce na przykład w przypadku planet krążących dookoła Słońca, praca siły jest *zerowa*. Jest to bardzo ważny wynik, wyjaśniający dlaczego planety krążą dookoła Słońca ze *stałą* prędkością.

Tak jak wszystkie wielkości fizyczne praca ma swoją jednostkę. Jest nią dżul, oznaczany literą J. Nazwa jednostki pochodzi od nazwiska angielskiego uczonego Joule'a. Patrząc na powyższy wzór można sprawdzić, czemu jest równy jeden dżul. Siłę mierzymy w niutonach, a przesunięcie w metrach. Stąd  $1J = 1N \cdot 1m$ .

*Przykład 5.9*

Działając na krzesło siłą o wartości 30 N przesunąłeś je na odległość 0,5 m. Jaką pracę wykonałeś?

*Rozwiązanie:*

Aby obliczyć wykonaną pracę wystarczy pomnożyć wartość siły przez odległość, czyli

$$W = 30N \cdot 0,5m = 15J$$

*Przykład 5.10*

Stoisz na korytarzu a na plecach trzymasz ciężki tornister (o łącznej masie książek 10 kg). Jaką pracę wykonujesz?

*Rozwiązanie:*

Oczywiście, wykonana praca jest żadna, czyli zerowa! Jeśli przenosisz tornister w górę lub w dół, to wykonujesz pracę. Jeśli z nim stoisz, to nie wykonujesz żadnej pracy (wielkość przesunięcia  $s$  jest zerowa). Praca jest zerowa nawet jeśli biegiesz z pełnym tornisterem po poziomym chodniku, jak w przykładzie 5.7 – siła utrzymująca tornister na plecach jest prostopadła do przesunięcia  $s$  i zgodnie z nieco bardziej zaawansowaną formą wzoru (5.2) praca wynosi zero.