Przykład 5.14.

Zawodniczka o masie 60 kg wykonywała skok wzwyż i przeskoczyła nad poprzeczką na wysokości 1,5 m. Pamiętając, że wartość przyspieszenia ziemskiego wynosi około 10 m/s², oblicz energię potencjalną, jaką miała zawodniczka nad poprzeczką.

Rozwiązanie:

Aby obliczyć energię potencjalną zawodniczki, trzeba wstawić dane do wzoru na energię potencjalną, czyli:

$$E_{pot} = 60\ \mathrm{kg} \cdot 10 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 1{,}5\ \mathrm{m} = 900\ \mathrm{J}.$$

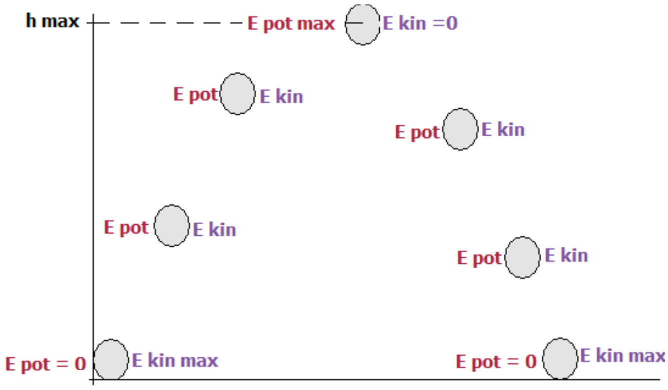
5.6. Zasada zachowania energii mechanicznej

Z poprzednich tematów wiesz, że istnieją dwa rodzaje energii mechanicznej, umiesz je też nazywać i rozróżniać. Potrafisz też obliczyć wartość energii kinetycznej i potencjalnej.

Energia mechaniczna układu dwóch ciał jest sumą energii kinetycznej i potencjalnej obu ciał.

Przykład 5.15.

Rozważymy sytuację, w której piłka została wyrzucona w górę. Pomijamy opory powietrza.



Rys. 5.4. Ruch piłki

Rozwiązanie:

W chwili wyrzucenia piłce nadana została pewna prędkość, tym samym uzyskała ona energię kinetyczną. Na początku, tzn. w chwili wyrzutu, prędkość jest największa, równocześnie energia kinetyczna ma maksymalną wartość. Ponieważ piłka znajduje się na „poziomie zerowym", to jej energia potencjalna jest równa zero. Piłka podczas wznoszenia traci swoją prędkość, więc maleje jej energia kinetyczna. Natomiast rośnie energia potencjalna, gdyż piłka znajduje się na coraz większej wysokości względem „poziomu zerowego". Gdy piłka osiąga maksymalną wysokość, wówczas energia potencjalna ma największą wartość, a energia kinetyczna jest wtedy równa zeru.

Piłka, zaczynając spadać, zwiększa swoja prędkość, więc energia kinetyczna rośnie. Spadając, piłka zbliża się do „poziomu zerowego", jej wysokość nad powierzchnią maleje, więc energia potencjalna maleje. Piłka uderza o ziemię z taką samą prędkością, a więc taką samą energia kinetyczną, jaką miała na początku.

Podczas ruchu energia kinetyczna i potencjalna ulegały zmianie. Zwróć uwagę, że energia potencjalna piłki na początku i na końcu ruchu była równa zero oraz że wartość energii kinetycznej pozostała taka sama. Po analizie dochodzimy do wniosku, że suma energii kinetycznej i potencjalnej na początku, czyli *początkowa energia mechaniczna*, oraz suma energii kinetycznej i potencjalnej na końcu, czyli *energia mechaniczna końcowa*, są sobie równe. Stąd można wyciągnąć wniosek, że całkowita energia mechaniczna nie uległa zmianie, mimo że jej składowe, czyli energia kinetyczna i potencjalna, ulegały zmianie.

Powyższy przykład jest jednym z wielu obrazujących kolejną ważną zasadę zachowania w fizyce, tzn. zasadę zachowania energii mechanicznej.

Zasada zachowania energii mechanicznej:
W układzie ciał izolowanych energia mechaniczna nie ulega zmianie.

5.7. Tarcie i inne opory w ruchu

W wielu używanych przez nas przykładach mówiliśmy o kulkach toczących się ze stałą prędkością po stole albo kulkach przyspieszających na równi. Wiemy natomiast z życia codziennego, że rozpędzony samochód wcześniej czy później sam się zatrzyma, jeżeli zgaśnie silnik. Jak to więc jest? Czy prawa Newtona są nieprawdziwe?

Prawa Newtona są bardzo ważne, jako że wprowadziły pewien porządek w rozważaniach o ruchu. Arystoteles (zob. fot. 1.5) pisał w sposób bardzo zagmatwany o ruchu – że jest do jego podtrzymania potrzebna „energia”, „potencja” itd. Jean Buridian, o którym już pisaliśmy, około 1300 roku jako pierwszy stwierdził, że do podtrzymania ruchu nie jest potrzebny żaden czynnik zewnętrzny, jako że ciała poruszające się posiadają *impetus.* Kopia jego pracy jest do dziś w bibliotece Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, więc młody Kopernik na pewno ją czytał. Dlaczego ciała niebieskie poruszają się „wiecznie”, a kulka na stole lub samochód zatrzymuje się? W przestrzeni kosmicznej (lub lepiej powiedzieć „próżni kosmicznej”) na ciała nie działają *opory ruchu*.

Takim oporem ruchu jest na przykład *tarcie*. Tarcie poczujesz, pocierając jedną dłoń o drugą. Tarcie jest powodem, że wydma z piasku lub stos kulek nie rozsypują się (fot. 5.3a). Tarcie jest powodem spowolnienia ruchu kaczek kroczących po równi (fot. 5.3b). Tarcie, wreszcie, umożliwia nam chodzenie. Spójrz na podeszwę własnego buta! Jest ona zrobiona specjalnie tak, aby zwiększyć tarcie między podłogą a butem.

Fot. 5.4. Przykłady siła tarcia: a) wydmy w Łebie; b) kaczki kroczące po równi

Prawa tarcia sformułował, jeszcze przed Galileuszem, inny wielki jego rodak, Leonardo da Vinci (ten od *Mony Lisy* i *Damy z Łasiczką*). Przede wszystkim siła tarcia zależy od rodzaju trących się powierzchni – inna jest siła tarcia sanek o śnieg, a inna o betonowy chodnik. Tę zależność uwzględniamy w tzw. *współczynnika tarcia*. Dla tarcia metalu o lód wynosi on 0,03, a dla metalu o drewno 0,5.

Także Leonardo da Vinci doszedł do wniosku, że siła tarcia zależy od *ciężaru* ciała. Możemy więc sformułować prawo tarcia w postaci:

$$T = f\,G,$$