

Rozdział I. Ruch po okręgu i grawitacja

1.1. Od Mikołaja Kopernika

Dzieło Mikołaja Kopernika „O ruchach ciał niebieskich”¹ rozpoczyna się od rozważań pozornie nie na temat – o kształcie Ziemi. O tym, że Ziemia jest kulą, wiadomo było od czasów starożytnych. Erastotenes w I w p.n.e. zmierzył nawet jej promień z zadziwiająco dobrą dokładnością. Kopernik postawił jednak trudne pytanie: jak to się dzieje, że woda z kuli ziemskiej nie spływa. Odpowiada sam Kopernik, że woda zapełnia zagłębienia terenu.

Ocean [...], który oblewa ląd stały, wlewa się tu i ówdzie w jego głąb w postaci mórz i wypełnia jego bardziej zapadłe wgłębienia. Wypadało tedy, aby mniej było wód niż lądu, by woda nie pochłonęła całej ziemi, skoro oba te elementy na skutek swej *ciężkości* dążą do tego samego środka, lecz żeby pewne części lądu pozostały na wierzchu dla utrzymania bytu istot lądowych, a także liczne tu i ówdzie rozciągające się wyspy. Bo i sam kontynent wszystkich ziem czymże jest innym, jeśli nie wyspą, większą tylko od innych?

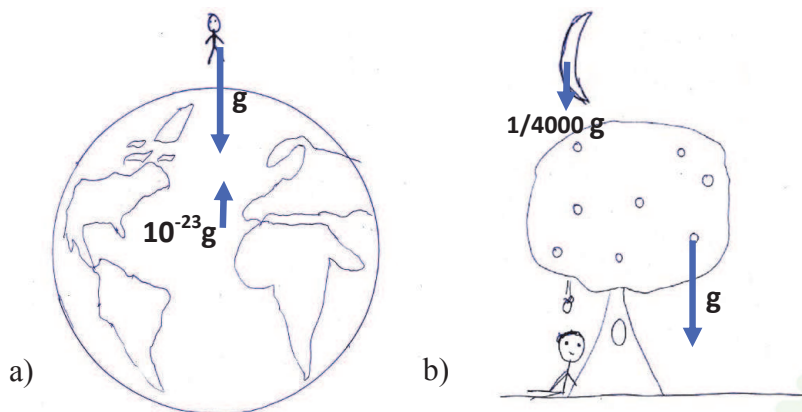
Kopernik wyraźnie mówi o *ciężkości* ciał. Dziś wiemy, że nie tylko woda ciąży w kierunku środka Ziemi, ale że wszystkie ciała posiadające *masę* przyciągają się siłami grawitacji. Oddziaływanie to ma zgodnie z III prawem Newtona charakter wzajemny: z taką samą siłą Ziemia przyciąga Kubę jak Kuba Ziemię. Gdy Kuba podskoczy nad ziemię, to Kuba spada na kulę ziemską, ale i Ziemia przyspiesza w kierunku Kuby. Przyspieszenie, z jakim spada Kuba, jest jednak znacznie większe niż przyspieszenie Ziemi w kierunku Kuby.

Decyduje o tym II prawo Newtona – przyspieszenie ciała jest wprost proporcjonalne do działającej siły a odwrotnie do jego masy

$$a = F/m,$$

gdzie a jest przyspieszeniem ciała, m jego masą a F działającą siłą.

Siła grawitacji jest taka sama dla dwóch ciał ale masa Ziemi znacznie, znacznie większa niż Kuby. Masa Ziemi wynosi $59 \cdot 10^{23}$ kg. Jeżeli masa Kuby wynosi 59 kg, to przyspieszenie kuli ziemskiej w kierunku Kuby jest 10^{-23} razy mniejsze niż Kuby w kierunku Ziemi. Z jakim przyspieszeniem spada Kuba, policzymy w następnym paragrafie.



Fot. 1.1. a) Kuba (59 kg) podskoczył nad Ziemię i spada na nią. Kuba spada na Ziemię z przyspieszeniem, które oznaczamy jako g ; kula ziemska przyspiesza w kierunku Kuby z przyspieszeniem $10^{-23}g$. **b)** Anegdota mówi, że Newton zrozumiał prawo grawitacji, gdy zauważył, że jabłko spada na ziemię tak samo, jak Księżyc dookoła Ziemi (ustawicznie) zakrzywia tor swojego ruchu, w kierunku Ziemi (Rysunek Kuba Garbacz lat 10)

¹ Wydrukowane dzieło Mikołaja Kopernika nosi tytuł „De revolutionibus orbium celestis” co tłumaczymy jako „O obrotach sfer niebieskich”. Nie jest jednak wykluczone, że mogło mieć ono pierwotnie inny tytuł. Praca jego ucznia Jana Retyka zapowiadająca dzieło Kopernika ma tytuł „De revelationibus ... moto” czyli o rewelacjach ruchu ciał niebieskich. Z pewnością wydawca dzieła opatrzył dzieło Kopernika nieuzgodnioną z nim przedmową, pomniejszającą znaczenie rewolucji kopernikańskiej.