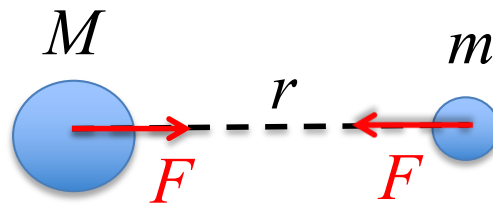


Prawo grawitacji Newtona

Prawo grawitacji Newtona orzeka, że każdy punkt materialny we Wszechświecie przyciąga każdy inny punkt materialny siłą wprost proporcjonalną do iloczynu mas obu punktów, M i m , i odwrotnie proporcjonalnie do kwadratu odległości r między nimi. Siła ta jest zawsze przyciągająca i działa wzdłuż prostej łączącej obie masy.

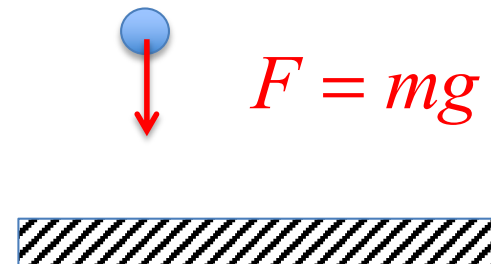


$$F = G \frac{mM}{r^2}$$

stała grawitacji

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$$

Jak to prawo ma się do wzoru na siłę $F = mg$ opisującego oddziaływanie Ziemi z ciałami znajdującymi się w pobliżu jej powierzchni?



Zadania

1. Korzystając z prawa grawitacji Newtona i drugiej zasady dynamiki wyznaczyć wzór na przyspieszenie jakiego doznaje w polu grawitacyjnym Ziemi ciało o masie m znajdujące się na wysokości h nad powierzchnią Ziemi (masę oznaczmy jako M_z , a jej promień jako R_z).

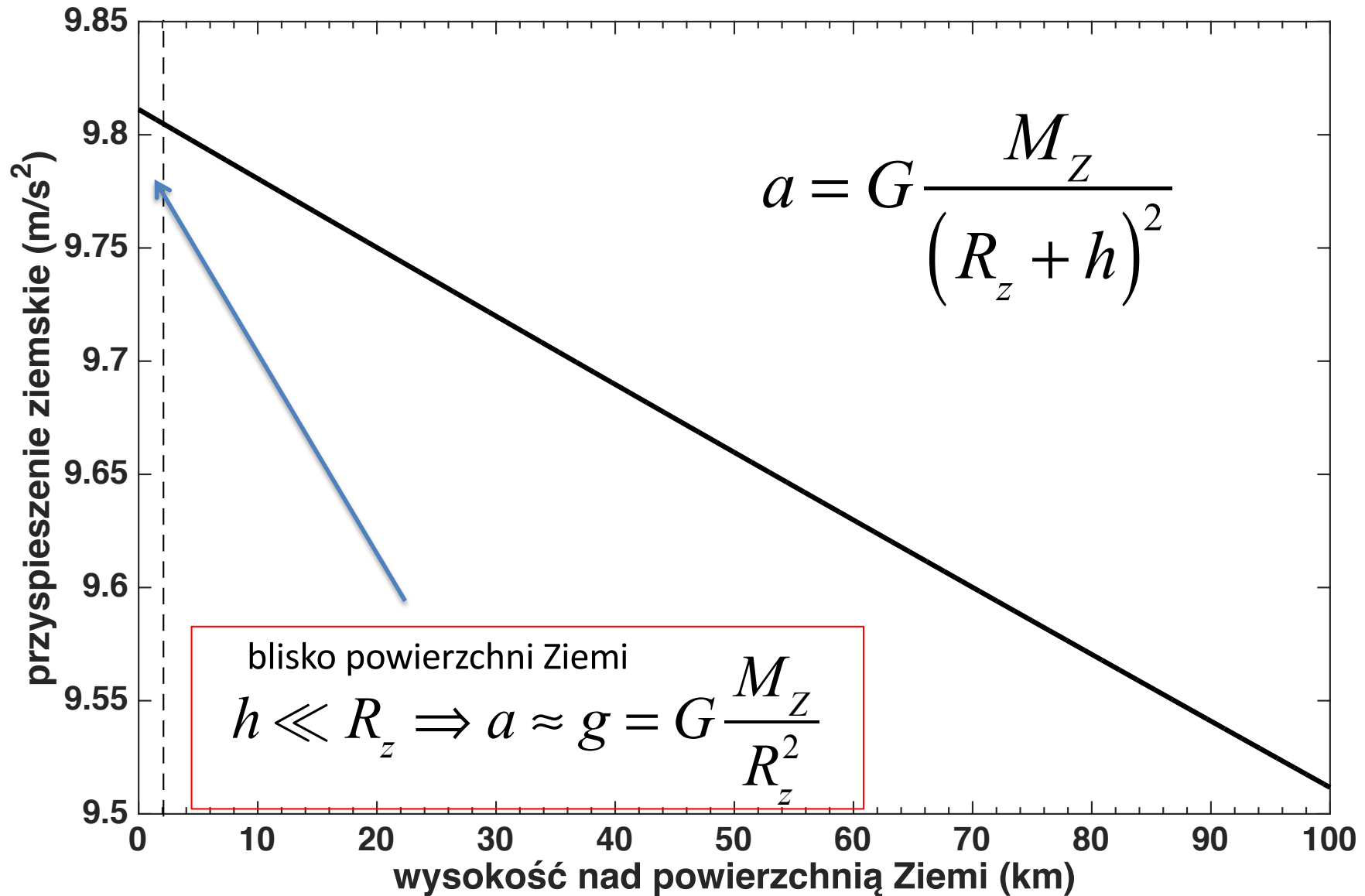
$$G \frac{mM_z}{(R_z + h)^2} = ma$$



$$a = G \frac{M_z}{(R_z + h)^2}$$

gdzie $R_z \approx 6400$ km to promień Ziemi, $M_z \approx 6 \times 10^{24}$ kg

Zmiany przyspieszenia wraz z wysokością nad powierzchnią Ziemi

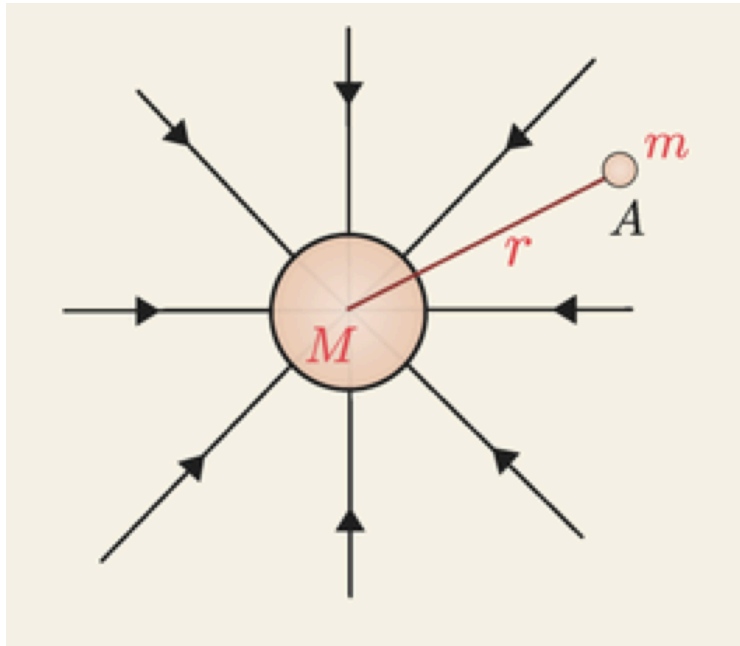


Zadania

2. Obliczyć prędkość v , jaką powinien mieć satelita Ziemi krążący po orbicie kołowej o promieniu $R \approx R_Z = 6400 \text{ km}$. Obliczyć czas T pełnego obiegu satelity wokół Ziemi. Masa Ziemi $M_Z \approx 6 \times 10^{24} \text{ kg}$.

Energia potencjalna pola grawitacyjnego

Pole grawitacyjne jest polem sił potencjalnych, czyli dla ciał znajdujących się w tym polu możemy zdefiniować energię potencjalną.

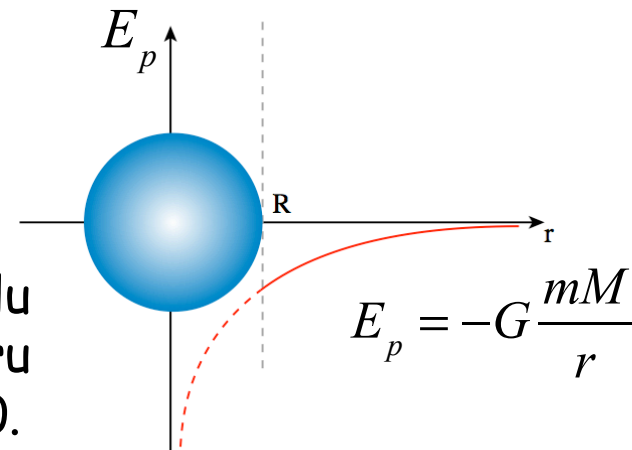


$$F = G \frac{mM}{r^2}$$



$$E_p = -G \frac{mM}{r}$$

Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym jest równa zeru dla $r \rightarrow \infty$ i jest ujemna dla $r > 0$.



Zadania

3. Statek kosmiczny o masie m krąży swobodnie (bez napędu) po orbicie okołoziemskiej o promieniu R . Obliczyć całkowitą energię mechaniczną statku.
4. Statek kosmiczny wykonał manewr polegający na zmianie orbity z orbity o promieniu R na orbitę o promieniu $6R/5$. Oblicz całkowitą pracę wykonaną podczas tego manewru. Przyjmij dane G , M_z -masa Ziemi oraz m - masa statku.
5. Z powierzchni Ziemi wyrzucono pionowo do góry ciało z prędkością początkową v_0 . Na jaką wysokość wzniesie się to ciało? Jaką powinno mieć najmniejszą prędkość, aby nigdy nie spadło na Ziemię? Dane dodatkowe: M_z – masa Ziemi, R_z – promień Ziemi.