

## LISTA ZADAŃ GRAWITACJA

1. Z jaką prędkością spadłoby na Ziemię ciało puszczone swobodnie (bez prędkości początkowej) z wysokości równej promieniowi Ziemi  $R$ , jeżeli przyspieszenie ziemskie na powierzchni Ziemi wynosi  $g$ , a opór powietrza pomijamy.
2. Kosmonauta po zbliżeniu się do pewnej planety nadaje swojemu statkowi prędkość poziomą  $V=11\text{ km/s}$ . Prędkość ta zapewnia lot statku po orbicie kołowej położonej na wysokości  $h=300\text{ km}$  od powierzchni tej planety. Obliczyć przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni tej planety, jeżeli jej promień wynosi  $R=8800\text{ km}$ .
3. Dana jest planeta o masie  $n=1000$  razy mniejszej od masy Ziemi. Obliczyć:
  - a. Potencjał grawitacyjny na powierzchni tej planety, jeżeli wiadomo, że na powierzchni Ziemi wynosi on  $V$ ,
  - b. Rekord skoku wzwyż na tej planecie, jeżeli wiadomo że na Ziemi jest on równy  $h$ .Przyjąć, że zarówno planeta jak i Ziemia są jednorodnymi kulami o tej samej gęstości. Założyć ponadto, że prędkość początkowa skoczka na Ziemi i na tej planecie byłaby taka sama.
4. Dwa pojazdy kosmiczne A i B o jednakowych masach krążą po orbitach kołowych wokół Ziemi; pojazd A tuż przy powierzchni Ziemi, zaś pojazd B na wysokości  $h$ . Obliczyć wysokość  $h$ , jeżeli wiadomo, że energia kinetyczna pojazdu B jest czterokrotnie mniejsza od energii kinetycznej pojazdu A (wyznać  $h$  w funkcji promienia Ziemi  $R$ ).
5. Na biegunie pewnej planety ciało waży  $n$  razy więcej niż na równiku. Prędkość kątowna ruchu obrotowego planety dookoła własnej osi wynosi  $\omega$ , a stała grawitacji  $G$ . Obliczyć gęstość planety przyjmując, że jest ona jednorodną kulą.
6. Obliczyć prędkość z jaką należałoby wystrzelić pionowo do góry pocisk, aby osiągnął on maksymalną wysokość (liczoną od powierzchni Ziemi) równą trzykrotnej wartości promienia Ziemi  $R$  oraz czas, w ciągu którego przebyłby on ostatni (przed osiągnięciem maksymalnej wysokości) odcinek drogi  $s=5\text{ m}$ . Przyjąć  $R=6 \cdot 10^6\text{ m}$ . Opór powietrza pominać.
7. Obliczyć okres obiegu Księżyca wokół Ziemi mając następujące dane:  $g=10\text{ m/s}^2$ , promień Ziemi  $R=6400\text{ km}$ , odległość Księżyca od Ziemi  $d=4 \cdot 10^5\text{ km}$ .
8. W kuli miedzianej o promieniu  $R=50\text{ cm}$  zrobione jest wydrążenie kuliste o promieniu  $r=25\text{ cm}$ . Powierzchnia wydrążenia jest styczna do powierzchni kuli. Jaką siłą  $F_0$  kula mosiężna z wydrążeniem będzie przyciągała małą kulkę o masie  $m=20\text{ g}$ , która znajduje się w odległości  $d=90\text{ cm}$  od środka kuli miedzianej po stronie przeciwnej od wydrążenia?
9. Oblicz, z jaką siłą Księżyc, którego masa wynosi  $1/81$  masy Ziemi, a środek oddalony jest o  $r=384400\text{ km}$  od środka Ziemi, przyciąga ciało o masie  $m=1\text{ kg}$  znajdujące się na jej powierzchni? Promień Ziemi  $R_Z=6370\text{ km}$ , a  $g=10\text{ m/s}^2$ .
10. W jakiej odległości od środka kuli ziemskiej między Ziemią a Księżycem znajduje się punkt, w którym siły przyciągania wywierane przez Księżyc i Ziemię na ciało trzecie są równe? Odległość środka Księżyca od środka Ziemi jest o  $r=384400\text{ km}$ , masa Księżyca zaś jest 81 razy mniejsza od masy Ziemi.
11. Ciało oddalono od powierzchni Ziemi tak, że siła przyciągania ziemskiego zmniejszyła się dziewięciokrotnie. Ile wynosi odległość tego ciała od powierzchni Ziemi. ( $R_Z=6370\text{ km}$ )
12. Ile wynosi praca jaką trzeba wykonać przeciwko siłą grawitacji, aby ciało o masie  $m$  przenieś ruchem jednostajnym ze środka planety o średniej gęstości  $d$  i promieniu  $R$  na jej powierzchnię.
13. Na jaką wysokość nad powierzchnię Ziemi wzniesie się ciało rzucone pionowo do góry z prędkością o wartości  $V = \sqrt{gR}$ .
14. Jaką pracę trzeba wykonać, aby ciało o masie  $m$  znajdujące się na powierzchni Ziemi umieścić na orbicie o promieniu  $2R$ .
15. Wiedząc, że stała grawitacji  $G=6,67 \cdot 10^{-11}\text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ , a promień Ziemi ma wartość  $R_Z=6370\text{ km}$ , oblicz masę Ziemi.
16. Znajdź średnią gęstość Ziemi, jeżeli wiadomo, że jej promień jest równy  $R_Z$ , a przyspieszenie ziemskie wynosi  $g$ . Przyjmujemy, że Ziemia ma kształt kuli.
17. Ciężar człowieka na powierzchni Ziemi wynosi  $P=600\text{ N}$ . Ile wyniósłby ciężar tego człowieka na planecie, której masie i promieniu są dwukrotnie większe niż Ziemi?
18. Oblicz przyspieszenie, z jakim poruszać się będzie w kierunku Ziemi ciało umieszczone na wysokości  $h$  ponad powierzchnią Ziemi.

19. Oblicz, w jakiej odległości od środka Ziemi pomiędzy Ziemią a Księżycem znajduje się punkt, w którym natężenie pola grawitacyjnego jest równe zeru. Odległość między środkiem Ziemi a środkiem Księżyca jest w przybliżeniu równa 60 promieni Ziemi, a masa Ziemi jest 81 razy większa od masy Księżyca.
20. W jakim punkcie kuli ziemskiej ciężar ciała jest równy sile oddziaływania grawitacyjnego pomiędzy ciałem a Ziemią?
21. Ile musiałby wynosić okres obrotu kuli ziemskiej wokół własnej osi, aby siła odśrodkowa bezwładności zrównoważyła na równiku siłę grawitacyjną?
22. Przenosząc ciało o masie  $m=10\text{kg}$  z punktu A o potencjale równym  $V_A=-10\text{J/kg}$  od punktu B wykonaliśmy pracę  $W=40\text{J}$ . Oblicz potencjał pola grawitacyjnego w punkcie B pola.
23. Jaki jest stosunek energii kinetycznej ciała okrążającego Ziemię w odległości  $r$  od jej środka do jego energii potencjalnej?
24. Oblicz czas obiegu satelity poruszającego się na wysokości  $h=500\text{km}$  nad powierzchnią Ziemi.
25. W jakiej odległości od środka Ziemi musi znajdować się satelita stacjonarny? Okres obrotu Ziemi wokół własnej osi  $T=23\text{godziny } 56\text{minut}$ .
26. Przyspieszenie na Księżycu jest około 6 razy mniejsze, niż na Ziemi.
  - a. Jak daleko skoczyłby na Księżycu skoczek osiągający na Ziemi wysokość  $8\text{m}$ ?
  - b. Jak wysoko skoczyłby na Księżycu skoczek osiągający na Ziemi wysokość  $2,30\text{m}$ ?
  - c. Jak zmieniłby się czas spadania ciała z danej wysokości?
27. Oblicz wartość drugiej prędkości kosmicznej na Księżycu pamiętając, że jego promień  $R_K=1740\text{km}$ , a przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni Księżyca  $g_K=1/6g$ .
28. Oblicz pracę, jaką należałoby wykonać, aby ciało o masie  $m=1\text{kg}$  z powierzchni Ziemi, ruchem jednostajnym, przenieść na wysokość równą promieniowi ziemskiemu.
29. Jaki promień powinna mieć ołowiana kula, by pole grawitacyjne miało na jej powierzchni natężenie takie, jak natężenie ziemskiego pola na powierzchni Ziemi? Gęstość ołowiu:  $11,3 \cdot 10^3\text{kg/m}^3$ . Na powierzchni Ziemi:  $\gamma=9,8\text{N/kg}$ .
30. Oblicz pracę, jaką wykona pole grawitacyjne Słońca nad Ziemią w czasie:
  - a. Roku
  - b. 6 miesięcy

Potrzebne dane znajdź w tablicach

31. Pionowo w górę wystrzelono z Ziemi pocisk o masie  $100\text{kg}$ , nadając mu pierwszą prędkość kosmiczną  $V_1=7,9\text{km/s}$ . Jak wysoko wzniesie się pocisk? Jak wielka siła grawitacyjna będzie działać na pocisk w najwyższym punkcie toru? Pomiń opory ruchu.
32. Średnia odległość Plutona od Słońca wynosi  $39,5\text{j.a.}$  (jednostek astronomicznych). Oblicz okres obiegu Plutona wokół Słońca.
33. Okres obiegu Merkurego wokół Słońca wynosi 88 dni ziemskich. Oblicz w kilometrach i jednostkach astronomicznych średnią odległość Merkurego od Słońca.
34. W aphelium Ziemia odległa jest od Słońca o  $152,1\text{mln km}$  i ma szybkość liniową równą  $29,1\text{km/s}$ . Oblicz szybkość Ziemi w perihelium, które odległe jest od Słońca o  $147,1\text{mln km}$ .
- 35.