

1. Zapisz równania i narysuj wykresy zależności energii potencjalnej i kinetycznej od wysokości oraz czasu, dla piłki rzuconej pionowo w dół z szybkością początkową  $V_0$ .
2. Korek o długości  $L_0$  jest wyciągany ruchem jednostajnym z butelki o zwyczajowej pojemności i szyjce w kształcie walca. Siła tarcia między całym korkiem a szyjką jest równa  $T_0$ . Ścianki ściskają korek równomiernie na całej jego długości. Podaj zależność siły tarcia od długości wysuniętej części korka oraz oblicz pracę jaką należy wykonać, aby wyciągnąć korek z butelki.
3. Sanki poruszające się po lodzie z szybkością  $V = 8$  m/s wjeżdżają na asfalt. Długość płóz sanek wynosi  $L = 1$  m, a współczynnik tarcia o asfalt  $f = 0,8$ . Oblicz jaką drogę przebędą po asfalcie sanki do chwili zatrzymania się. Założyć, że masa rozłożona jest na sankach równomiernie na całej ich długości. Współczynnik tarcia o lód jest znacznie mniejszy od  $f$ .
4. Na szczycie półkolistej czaszy o promieniu  $R$  znajduje się klocek, który zaczyna się z niej zsuwać bez tarcia. Oblicz na jakiej wysokości nad podłożem oderwie się on od czaszy. Czy wysokość ta zależy od masy ciała?
5. Lokomotywa popchnęła wagon na poziomym torze nadając mu szybkość  $V_1 = 4$  m/s. Wagon przejechał odcinek  $S = 35$  m, a opory ruchu wynosiły  $1/100$  ciężaru wagonu. Następnie uderzył w stojące na torze dwa identyczne jak on wagony, połączył się z nimi i wszystkie trzy przejechały jeszcze pewien odcinek  $X$ . Oblicz jaką odległość  $X$  przebędą połączone wagony.
6. W pewnym układzie słonecznym satelity badawcze okrążają planety o różnej gęstości, pozbawione atmosfery- tuż nad powierzchniami. A. Obliczyć, jak zależy czas okrążenia przez satelitę od gęstości planety. B. Czy czas obiegu satelity zależy od promienia planety?
7. A. Oblicz na jakiej wysokości nad powierzchnią Ziemi znajduje się satelita geostacjonarny. B. Wyprowadzić wzory na 1. oraz 2. prędkość kosmiczną dla Ziemi oraz Księżyca ( $M_K = 1/81 M_Z$ ;  $R_Z = 3,7 R_K$ ).
8. Planeta i jej księżyc o masie 81 razy mniejszej od masy planety znajdują się w stałej odległości  $H$  od siebie. Promień księżyca wynosi  $R$ . Ładownik o masie  $m$  należy przenieść z powierzchni księżyca na powierzchnię planety wykonując minimalną pracę. A. Obliczyć w jakiej odległości  $X$  od powierzchni księżyca musi działać siła napędowa silników ładownika. B. Obliczyć minimalną wykonaną pracę (na co będzie ona zużyta?).
9. W odległym układzie słonecznym stacja badawcza została umieszczona w środku jednorodnej planetoidy o masie  $M$  i promieniu  $R$ . Zakładając pomijalnie małe oddziaływania z innymi obiektami oblicz wartość energii jaka należy zużyć, aby przenieść ładownik ze stacji badawczej na bardzo dużą (nieskończoną) odległość od planetoidy.
10. Potencjał w punkcie  $(x, y, z)$  wytwarzany przez punktową masę  $M$  opisany jest wzorem  $V = G \frac{M}{r}$  gdzie  $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$ . Korzystając ze związku natężenia pola i potencjału oblicz zależność  $E(\vec{r})$ .
11. Winda kosmiczna wynosi ze stacji naziemnej na równiku, na orbitę geostacjonarną ładunek o masie 1 tony. Dane: masa Ziemi  $M = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>,  $R_Z = 6378$  km.  
A. Obliczyć energię potrzebną na wyniesienie tego ładunku przy użyciu windy. W obliczeniach uwzględnić jedynie zmianę energii potencjalnej (czy słuszne jest założenie, że różnicę prędkości liniowej na powierzchni Ziemi i na orbicie geostacjonarnej można zaniedbać?).  
B. Zakładając, że koszt energii elektrycznej wynosi 1 zł/kWh, oszacować koszt wyniesienia ładunku o masie 1 tony na orbitę geostacjonarną przy użyciu takiej windy i porównać z cennikiem SpaceX.