

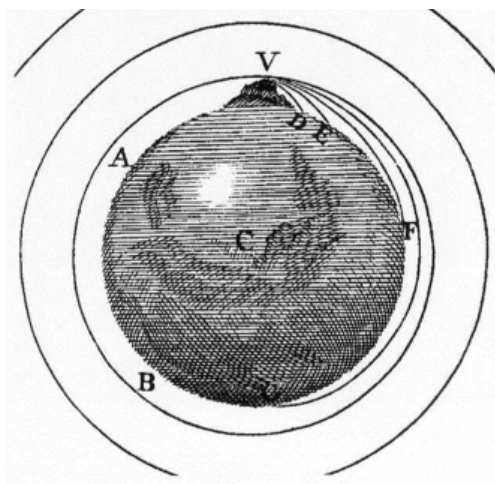
Zadania na ćwiczenia, Fizyka I (Mechanika), Seria XI

Zagadnienia Wstępne.

1. W trakcie lotu na Księżyc, prędkość satelity w miarę oddalania się od Ziemi ulegała zmniejszeniu, a następnie zaczęła wzrastać. Jakie siły spowodowały opisane zmiany prędkości. Oblicz w jakiej odległości od Ziemi statek kosmiczny poruszał się ze stałą prędkością. Przyjmij, że masa Księżycy jest 81 razy mniejsza od Ziemi, odległość Księżycy od Ziemi wynosi $d = 384000\text{km}$.
2. Policz przyspieszenie Ziemskie na wysokości $h = 160\text{ km}$ nad powierzchnią Ziemi. Przyjmij promień Ziemi $R = 6400\text{ km}$, masę Ziemi $M = 6 \cdot 10^{24}\text{ kg}$. Stała grawitacji jest równa $G = 6,67 \cdot 10^{-11}\text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$.
3. Astronauta o masie $m = 80\text{kg}$ znajduje się w statku kosmicznym, poruszającym się wokół Ziemi po orbicie kołowej o promieniu, na wysokości $h = 160\text{ km}$ nad powierzchnią Ziemi z prędkością $v = 7,81\text{km/s}$. Oblicz przyspieszenie astronauty oraz działającą na niego siłę. Porównaj przyspieszenie astronauty z przyspieszeniem uzyskanym w poprzednim zadaniu. Wyjaśnij czym jest stan nieważkości. Przyjmij promień Ziemi $R = 6400\text{ km}$.
4. W trakcie manewrów wykonywanych na orbicie, zostały uruchomione silniki statku kosmicznego. Czy do opisu ruchu statku w trakcie pracujących silników można zastosować prawa Keplera ?

Zadanie 1. (Fizyka i Zastosowanie Fizyki w Biologii i Medycynie)

Pierwsze rozważania na temat lotów kosmicznych pojawiły się w dziele Issaca Newtona *Philosophiae naturalis principia mathematica* (wyd. w roku 1687), w którym Newton przeprowadził eksperyment myślowy nazwany później *Armatą Newtona*. Powtarzając rozumowanie Newtona, oszacuj prędkość satelity poruszającego się po orbicie kołowej na wysokości $h = 160\text{ km}$ nad powierzchnią Ziemi. Przyjmij promień Ziemi równy $R = 6400\text{ km}$ oraz że satelita porusza się polu grawitacyjnym nadającym mu stałe przyspieszenie o wartości $g = 9.3\text{ m/s}^2$ (przyspieszenie Ziemskie na wysokości 160 km nad powierzchnią Ziemi).



Ilustracja do zagadnienia *Armaty Newtona*

Zadanie 2. (Fizyka i Zastosowanie Fizyki w Biologii i Medycynie)

- Wyjaśnij pojęcie lot suborbitalny.
- Wyjaśnij pojęcie pierwszej prędkości kosmicznej i wyprowadź wzór na tę prędkość. Oblicz pierwszą i drugą prędkość kosmiczną dla Ziemi oraz komety.
- Wyjaśnij pojęcie drugiej prędkości kosmicznej i wyprowadź wzór na tę prędkość. Oblicz tę prędkość dla Ziemi oraz komety.
- Wyjaśnij pojęcie orbity geostacjonarnej i wyprowadź wzór na promień tej orbity.
- Oblicz prędkość satelity poruszającego się wokół Ziemi po orbicie kołowej na wysokości $h = 160\text{km}$.

Masa Ziemi wynosi $M_z = 6 \cdot 10^{24}\text{kg}$, promień Ziemi $R_z = 6400\text{km}$, masa typowej komety wynosi $M_k = 10^{15}\text{kg}$, zaś jej promień $r_k = 8\text{km}$, okres obrotu Ziemi dookoła własnej osi wynosi $23^{\text{h}}56^{\text{m}}$, stała grawitacji $G = 6,67 \cdot 10^{-11}\text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$.

Zadanie 3. (Fizyka i Zastosowanie Fizyki w Biologii i Medycynie)

Kometa porusza się wokół Słońca po orbicie eliptycznej, o dużej półosi a 10 razy większej od półosi orbity Ziemi, oblicz okres jej obiegu w latach.

Zadanie 4. (Fizyka i Zastosowanie Fizyki w Biologii i Medycynie)

12 sierpnia 1877 roku został odkryty pierwszy księżyc Marsa – Deimos. Obserwacje wykazały, iż krąży on wokół macierzystej planety po orbicie eliptycznej o dużej półosi $a_D = 23500\text{ km}$, zaś okres obiegu wynosi $T_D = 30\text{ h}$. Kilka dni później odkryto drugi spośród księżyców Marsa – Fobos, jednak w tym przypadku udało się wyznaczyć tylko okres jego obiegu dookoła Marsa, który wynosi $T_F = 7.6\text{ h}$. Oblicz dużą półość Fobosa oraz masę Marsa. Przyjmij, że stałą grawitacji $G = 6,67 \cdot 10^{-11}\text{m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$.

Zadanie 5. (Fizyka i Zastosowanie Fizyki w Biologii i Medycynie)

Podczas przelotu satelity szpiegowskiego obserwowano go od zenitu do punktu wschodu na horyzoncie. Przyjmując, że satelita poruszał się po okręgu, na wysokości $h = 1000\text{ km}$ oblicz jak długo trwał obserwowany przelot. Przyjmij, że promień Ziemi wynosi $R_0 = 6400\text{km}$, zaś przyspieszenie ziemskie tuż przy powierzchni Ziemi wynosi $g = 10\text{m/s}^2$.

Zadanie 6. (tylko Zastosowanie Fizyki w Biologii i Medycynie)

Ostatnio media donosiły o pomyślnie przeprowadzonych przez armię Stanów Zjednoczonych testach nowego rodzaju działa mogącego nadawać pociskom prędkość początkową V_0 rzędu 2700 m/s (8 razy większą niż prędkość dźwięku). Działa nowego typu miałyby być wykorzystywane m.in. do zestrzeliwania pocisków wroga umieszczonych na orbicie. Oblicz, jaką najmniejszą prędkość początkową należy nadać pociskowi, wystrzelonemu pod kątem $\alpha = 45^\circ$ względem powierzchni Ziemi, aby doleciał on na wysokość orbity satelity krążącego na wysokości 200 km nad powierzchnią Ziemi. Masa Ziemi wynosi $M = 6 \cdot 10^{24}\text{kg}$, promień Ziemi $R = 6400\text{km}$, stała grawitacji $G = 6,67 \cdot 10^{-11}\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$.

Zadanie 7. (Fizyka)

Satelita, o okresie obiegu T , porusza się po orbicie eliptycznej o mimośrodku e i dużej półosi a . Oblicz maksymalną wartość prędkości radialnej, tego satelity względem ogniska, w którym znajduje się ciało centralne.

Zadanie 8. (Fizyka)

Międzynarodowa Stacja Kosmiczna obiega Ziemię w przybliżeniu po orbicie kołowej o promieniu $r_2 = 6740$ km. W kierunku stacji wysłano statek kosmiczny Progress z zaopatrzeniem. W pierwszej fazie lotu statek towarowy umieszczono na orbicie kołowej o promieniu $r_1 = 6580$ km, którą obiega w czasie 88 minut. Jaką minimalną dodatkową prędkość należy nadać statkowi Progress, aby dotarł on do orbity stacji kosmicznej po orbicie Keplera. Ile czasu zabierze statkowi Progress osiągnięcie orbity stacji kosmicznej.