

Podstawy Fizyki I – Mechanika
tydzień 6,7 (zmienna masa, opór, pola sił, grawitacja)
7 listopada 2011

Zadanie 1

W polu grawitacyjnym o natężeniu g wystrzelono pionowo raketę o masie startowej M . Silnik ustawiony jest tak, aby przyspieszenie rakiety (przy braku grawitacji) wynosiło a i było stałe w czasie pracy silnika. Znany jest stosunek $M/m_{\text{końcowa}}$.

- a) Jak długo pracował silnik?
- b) Jak wysoko doleci rakietka?

Zadanie 2

Wiotka lina o masie M i długości L wisi w ziemskim polu grawitacyjnym przyczepiona za pomocą dwóch haków do sufitu. Nagle zwolniono jeden z końców liny. Obliczyć siłę z jaką lina wrywa drugi hak z sufitu.

Zadanie 3

Wiotka lina o masie M i długości L zsuwa się ze stołu po nieważkim bloczku. Znaleźć ruch końca liny.

Zadanie 4

Na równi pochyłej leży dywan, szorstki od spodu i śliski od góry. Tarcie wystarcza do utrzymania dywanu na pochyłości. W pewnym momencie dywan zawinięto i zaczął się on zsuwać z przyspieszeniem a . Oblicz a jeśli kąt nachylenia równi wynosi α .

Zadanie 5

Ciało o masie m spada w polu grawitacyjnym g w ośrodku z siłą oporu proporcjonalną do prędkości. Znaleźć zależność $v(t)$.

Zadanie 6

Rozważyć pionowy oscylator harmoniczny o masie m i współczynniku sprężystości k w ziemskim polu grawitacyjnym g .

Zadanie 7

W spoczywającym na boku naczyniu z jednoatomowym gazem doskonałym puszczonego tłoka o masie M . Znajdź ruch tłoka dla małych czasów t . Gaz nie wymienia ciepła z otoczeniem. *Wskaźówka:* $p \cdot V^\kappa = \text{const}$, $E = n \frac{3}{2} kT$, $\kappa = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3}$.

Zadanie 8

Rozważyć jednowymiarowy oscylator harmoniczny z oporem proporcjonalnym do prędkości i z harmoniczną siłą wymuszającą.

Zadanie 9

Wyprowadzić związek siły radialnej z torem (wzór Bineta). Znaleźć równanie toru w postaci uwikłanej dla danych: E , $U(r)$ i L .

Zadanie 10

Kulka o masie m przywiązana do końca nieważkiej nici porusza się bez tarcia po poziomej płaszczyźnie. Przez otwór w płaszczyźnie nić wciągana jest ze stałą prędkością u . W chwili początkowej kulka znajdowała się w odległości R od otworu, a jej prędkość transwersalna względem otworu wynosiła v_0 .

- Rozwiązując równanie ruchu znaleźć: ruch kulki $r(t)$, $\varphi(t)$, tor $r(\varphi)$ i siłę F działającą na kulkę.
- Znaleźć: $r(t)$, $\varphi(t)$, $r(\varphi)$ i F korzystając z własności sił centralnych.
- Znaleźć pracę wykonaną przez siły pola (nitkę) przy przesunięciu kulki z $r = R$ do $r = \varrho$ rachunkiem bezpośrednim oraz korzystając z faktu, że siła jest zachowawcza.

Zadanie 11

Przedyskutować możliwe orbity cząstki w potencjale przyciągającym:

$$U(r) = -\frac{\alpha}{r^2}, \text{ gdzie stała } \alpha > 0.$$

Zadanie 12

Zredukuj problem ruchu dwóch ciał do problemu ruchu jednego ciała dla sił newtonowskich.

Zadanie 13

Znaleźć ruch środka masy dwóch izolowanych ciał.

Zadanie 14

Rozwiązać równanie ruchu w problemie Keplera i znaleźć tor.

Zadanie 15

Dla elipsy $r(\varphi) = \frac{p}{1 + \varepsilon \cos \varphi}$ znaleźć wielką i małą półoś.

Zadanie 16

III prawo Keplera dla ciał o masie m i M .

Zadanie 17

Znaleźć związek między prędkością a odległością składników o masach m i M w problemie Keplera. Obliczyć I. i II. prędkość kosmiczną dla ciała o masie $m \ll M$.

Zadanie 18

Wyznaczyć masę układu podwójnego gwiazd jeśli odległość między składnikami układu jest stała i wynosi r , zaś czas obiegu wynosi T .

Zadanie 19

Dwie kule o masie m każda chwili początkowej spoczywały w odległości R od siebie. Po jakim czasie kule zderzą się ze sobą? Wykonaj obliczenia dla $m = 1$ kg.