

- ruch w układach nieinercjalnych; • praca; • energia potencjalna; • zasada zachowania energii
1. Pasażer windy wjeżdżającej w górę ze stałym przyspieszeniem 0.5 m/s^2 upuścił w pewnym momencie monetę. Zapisz równania ruchu spadającej monety: a) w układzie inercjalnym, z punktu widzenia obserwatora będącego na Ziemi, b) w układzie nieinercjalnym związanym z windą.
 2. Motocyklista jedzie z prędkością $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ po okręgu. Jaki jest najmniejszy promień okręgu, po którym może jechać bez wywrotki, jeśli współczynnik tarcia $\mu = 0.4$? Pod jakim kątem musi się odchylić?
 3. Znaleźć prędkość wody w rzece, płynącej na północnej półkuli w kierunku zgodnym z południkiem, jeśli na tej szerokości geograficznej ($\phi = 60^\circ$) każdy metr sześcienny wody działa na wschodni brzeg tej rzeki siłą bezwładności Coriolisa równą $F = 0.1 \text{ N}$. Przyjąć gęstość wody za znaną. W którym kierunku, na północ czy na południe płynie rzeka?
 4. Na poziomym stole spoczywa łańcuch o masie M i długości L_0 . Jego część o długości L zwisa swobodnie ze stołu. Do łańcucha przyłożono poziomą siłę, która powoli wciągnęła cały łańcuch na stół. Jaka praca została wykonana jeśli współczynnik tarcia wynosi μ ?
 5. Obliczyć pracę jaką wykonamy rozciągając sprężynę (powoli, aby równoważyć w każdym momencie siłę sprężystości równą $F = -kx$, x – odległość od położenia równowagi) o 10 cm od położenia równowagi. Współczynnik sprężystości $k = 350 \text{ N/m}$. Jaka pracę wykona siła sprężystości? Jaka energię potencjalną uzyska sprężyna?
 6. Na ciało poruszające się wzdłuż osi x działa siła odpychająca $F = kx$, $k = \text{const} > 0$. Znaleźć energię potencjalną $E_p(x)$, przedstawić ją na wykresie oraz zapisać jak wyraża się dla tego przypadku prawo zachowania energii. Uzasadnić, że taki ruch jest ruchem w otoczeniu punktu równowagi nietrwałej.
 7. Pole grawitacyjne: $\vec{F}(r) = -G \frac{Mm}{r^2} \hat{r} = m \vec{g}(r)$.
Masa M (przyjmijmy, że jest punktowa) wytwarza pole grawitacyjne. Pokaż, że po to aby przemieścić wolno masę m z punktu nieskończenie odległego od M do punktu odległego od niej o r musimy wykonać pracę $-G \frac{Mm}{r}$. Ta praca to zmiana energii potencjalnej $\Delta E_p = E_p(r) - E_p(\infty)$ masy m . Wygodnie przyjąć $E_p(\infty) = 0$, wtedy $E_p(r) = -G \frac{Mm}{r}$. Proszę narysować wykres $E_p(r)$.
 8. Znaleźć wzór na energię potencjalną masy m znajdującej się w polu grawitacyjnym, wytworzonym przez kulistą masę M (o promieniu R i stałej gęstości), w odległości r od jej środka, dla $r > R$ oraz $r < R$. Ile wynosi ta energia w punkcie $r = 0$? Sporządzić wykres $E_p(r)$.
 9. Pokaż, że szkolny wzór na zmianę energii potencjalnej w polu siły ciężkości $\Delta E_p = mgh$, jeśli h jest dużo mniejsze od promienia Ziemi, wynika z ogólniejszego wzoru, uwzględniającego zmienność siły grawitacji.
 10. Jaka siła odpowiada energii potencjalnej $E_p(x, y, z) = -ax^2 + bxy + z$, (a, b – stałe)?
 11. Dla pola sił określonego następująco: $F_x = Axy$, $F_y = B(x^2 - y^2)$, gdzie A, B – stałe, określić dla jakich A, B jest ono zachowawcze. Dla tego przypadku obliczyć energię potencjalną $E_p(x, y)$.
 12. Na Ziemi lekkoatleta skacze o tyczce na wysokość 5 m. Jaki promień musiałaby mieć planeta, na której skoczek wykonując tę samą pracę co na Ziemi, oderwałby się od planety i poszybował w przestrzeń bezpowrotnie? Gęstości Ziemi i planety przyjąć jednakowe.
 13. Energia potencjalna pewnej dwuatomowej molekuly wyraża się wzorem: $E_p(r) = \frac{A}{r^6} - \frac{B}{r^4}$, gdzie r jest odległością wzajemną atomów molekuly, a A i B są stałymi dodatnimi.
 - a) Oblicz siłę, z którą atomy oddziałują na siebie (posłuż się zależnością $\vec{F} = -\text{grad } E_p(r) = -\frac{dE_p}{dr} \hat{r}$), określ czy jest ona przyciągająca, czy odpychająca. Zbadaj czy są punkty równowagi, jeśli tak, to dla jakich r i jaka jest to równowaga.
 - b) Uzasadnij, posługując się wykresem $E_p(r)$ stwierdzenie, że ruch atomów w molekule jest ruchem drgającym jeśli całkowita energia (która się nie zmienia) jest mniejsza od zera; czy jest to ruch harmoniczny? Co będzie jeśli całkowita energia będzie dodatnia?

- c) Jak znaleźć przedział $r_1 < r < r_2$, dla którego ruch jest możliwy przy założeniu, że całkowita energia molekuly jest równa połowie wartości minimum energii potencjalnej.
14. Osoba o masie 55 kg biegnie po schodach do góry, wznosząc się 0 4.3 m co 3 sekundy. Jaką moc musi zużywać?
 15. Znaleźć pracę potrzebną do przeniesienia ciała o masie 5 ton z powierzchni Ziemi w przestrzeń międzyplanetarną.
 16. Jaką minimalną pracę należy wykonać, aby przewrócić sześcian o masie 5 kg i krawędzi 10 cm z jednej ściany na drugą?
 17. Z najwyższego punktu na powierzchni kuli o promieniu R ześlizguje się bez tarcia punktowa masa m . W którym miejscu i z jaką prędkością oderwie się ona od kuli? Przyjąć prędkość początkową równą zero.

- (Zadanie nadobowiązkowe.) Obliczyć czas wypływu cieczy nielepkiej i nieściśliwej ze stożkowego lejka przez otwór o promieniu n -krotnie mniejszym niż promień powierzchni cieczy w chwili $t=0$. Założyć, że $n \gg 1$. Początkowa wysokość słupa cieczy wynosi H .

Wskaz.: korzystając z prawa zachowania energii ułożyć równanie opisujące prędkość obniżania się poziomu cieczy.

