Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

Olimpiada "O Diamentowy Indeks AGH" 2017/2018

Fizyka – Etap 1

Uwaga: za każde poprawnie rozwiązane zadanie uczestnik może uzyskać maksymalnie 20 punktów

1. Długość zredukowana L_z wahadła fizycznego jest równa długości takiego wahadła matematycznego, którego okres wahań jest taki sam jak okres wahań danego wahadła fizycznego. Dla danego wahadła fizycznego wybieramy dwie równoległe osie obrotu O_1 i O_2, dla których suma ich odległości od środka masy wahadła jest równa długości zredukowanej wahadła: $d_1 + d_2 = L_z$. Korzystając z twierdzenia Steinera zapisz momenty bezładności wahadła względem obu osi obrotu. Wykaż, że dla tak wybranych osi, okresy wahań są takie same!
   Uwaga: Powyższe stwierdzenie jest podstawą działania „wahadła rewersyjnego" używanego do wyznaczania przyspieszenia ziemskiego. Jeżeli w szkolnej pracowni fizycznej dostępne jest wahadło rewersyjne, to rozwiązaniem zadania może być również krótkie (na jedną stronę) opracowanie uzyskanych wyników pomiarowych wraz z uzyskaną wartością przyśpieszenia grawitacyjnego.

2. Na dostatecznie długą barkę o masie własnej $M_0 = 5$ ton, ustawioną wzdłuż nadbrzeża, sypie się z poziomego transportera taśmowego piasek. Transportowana w jednostce czasu masa piasku wynosi $\mu = 10$ kg/s. Zapisz wzór na zmianę masy barki wraz z piaskiem od czasu. Prędkość transportowanego piasku względem nadbrzeża wynosi: $v_1 = 2$ m/s i jest równoległa do linii brzegowej. Początkowo nieruchoma barka, pod wpływem oddziaływania z sypiącym się piaskiem, zaczyna się poruszać ze zmiennym przyspieszeniem a. Na barkę działa również siła oporu wody proporcjonalna do prędkości barki v, wyrażona wzorem: $F_z = -\alpha v$, gdzie współczynnik oporu $\alpha = 20$ kg/s. Oblicz wartość przyspieszenia barki a_0, w początkowej fazie ruchu, tj. dla czasu $t_0 = 0$ i prędkości barki $v_0 = 0$. Jaką hipotetyczną maksymalną prędkość może uzyskać barka podczas tego ruchu, tj. dla $a = 0$? *Uwaga*: dla rozważanego ciała o zmiennej masie obowiązuje wzór: $ma = F_z+\mu u$, gdzie m jest chwilową masą barki, F_z – siłą zewnętrzną działającą na barkę, u – prędkością poziomą sypiącego się piasku względem poruszającej się barki.

3. Dwa zbiorniki zawierające odpowiednio 1 mol helu oraz 1 mol azotu ogrzewamy o $\Delta T = 10$ K w procesie izobarycznym przy ciśnieniu $p = 10^5$ Pa. Korzystając z zasady ekwipartycji energii, wyjaśnij różnicę ciepła molowego dla obu gazów. Oblicz zmianę objętości każdego z nich oraz ilość ciepła jaką pochłonie każdy z gazów w czasie tej przemiany. Jaką ilość ciepła pochłonąłby 1 mol ciała stałego ogrzanego o 10 K, spełniającego regułę Dulonga-Petita.

4. Dwie pionowe szyny metalowe, oddalone od siebie o odległość $L = 1$ m, znajdują się w polu magnetycznym $B = 0,5$ T, skierowanym prostopadle do płaszczyzny, w której leżą szyny. Szyny zwarte są poziomą poprzeczką metalową o masie $M = 0,5$ kg, ślizgającą się po nich bez tarcia, a całość umieszczona jest w pionowym polu grawitacyjnym $g = 10$ m/s^2. Do górnych końcówek tych szyn podłączone jest przez opornik o wartości $R = 2\ \Omega$ źródło napięcia U_0 o dowolnej polaryzacji (opór pozostałych części obwodu jest dużo mniejszy od R). Spoczywająca początkowo poprzeczka rozpędza się do osiągnięcia stałej maksymalnej prędkości. Wyznacz zależność tej prędkości od napięcia U_0. Oblicz przy jakiej wartości napięcia poprzeczka będzie mogła zawisnąć nieruchomo?

5. Akwarium zalane jest wodą do wysokości $H = 30$ cm. Na wysokości $h = 10$ cm nad powierzchnią wody umieszczono małą żaróweczkę świecącą w kierunku akwarium, a na jego dnie położono okrągłe lustro, którego środek leży dokładnie pod żaróweczką. Obserwator znajdujący się blisko osi optycznej układu (osi prostopadłej do powierzchni wody, przechodzącej przez żaróweczkę i środek lustra) widzi dwa obrazy pozorne żarówki: jeden, słabszy, pochodzący z odbicia od powierzchni wody, drugi, znacznie mocniejszy, wynikający z odbicia w zwierciadle. Oblicz pozorne głębokości obu obrazów oraz ich względną odległość. Współczynnik załamania wody wynosi $n = 1,34$. Obliczenia wykonaj dla promieni przyosiowych, dla których spełniona jest relacja: $\mathrm{tg}(\alpha) \approx \sin(\alpha)$.