

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Ogólnopolska Olimpiada „O Diamentowy Indeks AGH” 2024/2025
Fizyka – Etap 2

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

Zadanie 1. Na spokojnym oceanie pływa lodowa kra o masie $M = 2000$ kg i prostopadłościennym kształcie. Jej płaska powierzchnia górna ma pole $S = 2$ m² i jest ustawiona równolegle do tafli wody. W pewnym momencie na krę wskoczyła foka o masie $m = 150$ kg. O ile procent wzrosło zanurzenie w wodzie kry z foką w położeniu równowagi układu, w porównaniu do zanurzenia samej kry? Tuż po wskoczeniu foki na krę, kra zaczęła drgać pionowo. Podaj zależność wypadkowej siły F , działającej w kierunku pionowym na krę z foką, w funkcji wymuszonego zanurzenia y . Następnie rozważ drgania układu i oblicz okres tych drgań. Przyjmij: gęstość wody $\rho_w = 1000$ kg/m³; $g = 10$ m/s².

Zadanie 2. Rozważ układ podwójnego bloczka: przez bloczek A, zamocowany u sufitu, przerzucono linę połączoną z masą $m_1 = 2$ kg na jednym końcu i z bloczkiem B na drugim końcu liny; przez bloczek B przerzucono linę, której końce połączono z masami $m_2 = 1$ kg i $m_3 = 3$ kg. Bloczki i liny są nieważkie, liny są nierozciągliwe. Wykorzystując pojęcie masy zredukowanej, oblicz przyśpieszenie (podaj wartość i zwrot) masy m_1 oraz siłę naciągu liny przerzuconej przez bloczek A. Przyjmij $g = 10$ m/s².

Wskazówka. Masa zredukowana układu mas M i m na bloczku wynosi $\mu = (4 \cdot M \cdot m) / (M + m)$.

Zadanie 3. Rozważ przemianę politropową o równaniu $p \cdot V^2 = \text{const.}$, której podlega $n = 1$ mol jednoatomowego gazu doskonałego. Temperatura gazu w tej przemianie zmienia się od $T_1 = 300$ K do $T_2 = 600$ K. Ile razy zmieniło się ciśnienie gazu i ile ciepła gaz wymienił z otoczeniem w tej przemianie? Stała gazowa $R = 8,31$ J/(mol·K).

Wskazówki. Ogólne równanie przemiany politropowej ma postać: $p \cdot V^m = \text{const.}$, gdzie m jest wykładnikiem politropy. Wykorzystaj definicję ciepła molowego w dowolnej przemianie $Q_m = n \cdot C_m \cdot \Delta T$ oraz związek ciepła molowego w przemianie politropowej, C_m , z wykładnikiem politropy $m = (C_m - C_p) / (C_m - C_v)$, gdzie C_p i C_v to ciepła molowe przy stałym ciśnieniu i objętości. Pamiętaj, że gaz doskonały zawsze (w dowolnej przemianie) spełnia równanie Clapeyrona.

Zadanie 4. Na dwóch nieważkich linkach zaczepiono w poziomie cienki, prostoliniowy przewodnik o długości $l = 50$ cm i masie $m = 200$ g, przez który płynie prąd o natężeniu $I = 5$ A. Układ znajduje się w obszarze pola grawitacyjnego i pola magnetycznego, którego indukcja wynosi $B = 0,2$ T, a linie pola magnetycznego skierowane są pionowo w górę. Jaki ustali się kąt odchylenia linek od pionu? Jak zmieni się wynik, jeśli dodatkowo układ będzie poruszać się w poziomie z przyśpieszeniem $a_0 = 2,5$ m/s² w kierunku prostopadłym do przewodnika w jedną stronę (np. w prawo)? Rozważ dwa przypadki kierunków przepływu prądu w przewodniku. Przyjmij $g = 10$ m/s².

Zadanie 5. Wyprowadź wzór na prędkość odrzutu atomu w wyniku emisji fotonu, w funkcji długości fali fotonu i masy atomu (potraktuj foton jak cząstkę obdarzoną pędem i wykorzystaj zasadę zachowania pędu). Następnie rozważ, że atomem tym jest wodór, który wyemitował foton w wyniku przejścia elektronu z 2. na 1. orbitę w modelu Bohra. Ile wyniosła prędkość odrzutu atomu wodoru? Wykorzystaj wzór na kwantowanie energii w modelu Bohra atomu: $E_n = E_1 / n^2$, gdzie $E_1 = -2,176 \cdot 10^{-18}$ J, n jest liczbą naturalną (jest to numer orbity). Potrzebne stałe: masa atomu wodoru $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg; prędkość światła w próżni $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.