Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Ogólnopolska Olimpiada „O Diamentowy Indeks AGH” 2023/2024
Fizyka – Etap 3

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

Zadanie 1. Na równi pochyłej o kącie nachylenia $\alpha = 15°$ ustawiamy dwa małe klocki: o masie m_1, na dole równi, oraz o masie m_2, dokładnie w połowie równi. Między klockami a równią występuje tarcie o współczynniku $f = 0{,}5$. Klocek m_2 spoczywa. Jaką najmniejszą prędkość v_0 w górę równi należy nadać dolnemu klockowi m_1, aby oba klocki po złączeniu się (zderzenie całkowicie niesprężyste) dotarły do szczytu równi? Długość równi przyjmij równą $s = 2$ m, a przyśpieszenie grawitacyjne $g = 10$ m/s^2. Rozważ 2 przypadki: $m_2 = m_1$ oraz $m_2 = 2m_1$.

Zadanie 2. Ciężarek o masie $m = 2$ kg zawieszono na nieważkiej i nierozciągliwej nici o długości $l = 50$ cm, której wytrzymałość na zerwanie wynosi $W = 65$ N. Drugi koniec nici przytwierdzono do pionowej osi obrotu. Oś zaczyna wirować ze stałą częstością, powodując wychylenie ciężarka od pionu. Załóż, że w trakcie ruchu oś, nić i ciężarek pozostają w jednej płaszczyźnie. Przy jakiej największej częstości ω_1 nić nie zerwie się aż do osiągnięcia przez ciężarek stanu równowagi? Jeżeli częstość wirowania wyniosłaby $\omega_2 = 10$ rad/s ($\omega_2 > \omega_1$), to przy jakim kącie odchylenia nici od pionu nić zerwie się, zanim ciężarek osiągnie stan równowagi (jeszcze podczas odchylania)? Przyjmij $g = 10$ m/s^2.

Zadanie 3. Rozważ silnik termodynamiczny pracujący w cyklu złożonym z adiabaty, izobary i izochory (jest to cykl Lenoira). Objętość gazu roboczego w tym cyklu zmienia się między wartością najmniejszą, $V_{\min}$, i największą, $V_{\max}$. Przemiana izochoryczna zachodzi przy objętości $V_{\min}$, rozprężanie zachodzi w przemianie adiabatycznej, a sprężanie w przemianie izobarycznej. Wyprowadź wzór na sprawność tego cyklu dla gazu doskonałego o znanym wykładniku adiabaty κ i wyraź go przy pomocy stosunku $V_{\max}/V_{\min} = r$ (zwanego stopniem sprężania). Ile wynosi sprawność tego cyklu, jeśli stopień sprężania wynosi $r = 10$, a gazem roboczym jest 2-atomowy gaz doskonały?

Zadanie 4. Nierelatywistyczny proton o energii kinetycznej $E_k = 7{,}5 \cdot 10^{-15}$ J krąży w jednorodnym i prostopadłym do wektora prędkości protonu polu magnetycznym po okręgu z okresem $T = 6{,}5$ ns. Linie pola magnetycznego ułożone są prostopadle do płaszczyzny kartki i zwrócone za płaszczyznę kartki, a wektor prędkości protonu zwrócony jest w płaszczyźnie kartki w prawo. Jakiego pola elektrycznego należy użyć, aby tor ruchu protonu przeszedł w linię prostą, styczną do obecnej orbity? Oblicz wartość i zaznacz kierunek i zwrot tego pola. Dane: masa i ładunek protonu $m = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg, $q = +e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.

Zadanie 5. W odległości d za soczewką skupiającą o ogniskowej f ustawiono na wspólnej osi optycznej zwierciadło wklęsłe o ogniskowej f_1. Jakie kryterium musi spełniać położenie przedmiotu x przed soczewką, aby układ soczewka i zwierciadło utworzył ostry obraz rzeczywisty? Przedstaw warunek na x jako funkcję d, f i f_1. Podaj wynik liczbowy dla: $d = 10$ cm, $f = 2$ cm, $f_1 = 4$ cm oraz przedstaw konstrukcję obrazu dla przykładowego x spełniającego kryterium.