

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Ogólnopolska Olimpiada „O Diamentowy Indeks AGH” 2022/2023
Fizyka – Etap 3

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

Zadanie 1. Pocisk wystrzelony z prędkością $v_0 = 15$ m/s pod kątem $\alpha = 60^\circ$ do poziomu wybucha w najwyższym punkcie toru lotu i rozrywa się na dwie części, których stosunek mas wynosi $m_2/m_1 = 3$. Większa masa m_2 bezpośrednio po wybuchu zatrzymuje się, a następnie opada swobodnie pionowo w dół. Oblicz stosunek przyrostu energii kinetycznej układu (pocisku, a następnie jego dwóch części) tuż po wybuchu do energii kinetycznej tuż przed wybuchem (wyraź przez stosunek m_2/m_1 i podaj wartość). Następnie oblicz zasięg rzutu mniejszej masy m_1 , liczony od miejsca wystrzelenia pocisku. Przyjmij $g = 9,81$ m/s².

Zadanie 2. Walec o promieniu $R = 0,5$ m toczy się z poślizgiem w dół pochylni o długości $s = 2$ m i kącie nachylenia do podłoża $\alpha = 60^\circ$. Ruch walca rozpoczął się ze szczytu pochylni bez prędkości początkowej. Współczynnik tarcia kinetycznego między walcem a pochylnią wynosi $f = 0,5$. Jaka prędkość liniową i kątową uzyska walec u podstawy pochylni? Ile razy mniej obrotów wykona walec w porównaniu do sytuacji, w której poruszałby się bez poślizgu? Moment bezwładności walca o masie m i promieniu R wynosi $mR^2/2$. Przyjmij $g = 9,81$ m/s².

Zadanie 3. Rozgrzany do czerwoności kawałek stali w postaci cienkiego pręta o masie $m = 600$ g „hartujemy”, zanurzając go w ciekłym azocie o początkowej temperaturze równej temperaturze wrzenia (77 K), którego w izolowanym cieplnie naczyniu jest $V = 0,5$ l. Temperatura początkowa stali wynosi $t_1 = 600^\circ\text{C}$. W trakcie chłodzenia stali cały azot odparowuje i opuszcza zbiornik przez otwór w naczyniu. Jaka będzie temperatura końcowa stalowego pręta po hartowaniu? Jakie naprężenie wewnętrzne (stosunek siły sprężystości do pola poprzecznego przekroju) wytworzy się w pręcie wskutek ochłodzenia? Uwzględnij tylko zmianę długości pręta.

Stać. Dla ciekłego azotu: gęstość $\rho = 0,81$ g/cm³, ciepło parowania $L = 200$ kJ/kg; dla stali: ciepło właściwe $c = 460$ J/(kg · °C), współczynnik rozszerzalności liniowej $\alpha = 13 \cdot 10^{-6}$ 1/°C, moduł Younga $E = 200$ GPa.

Zadanie 4. Dysponujemy kondensatorem płaskim o zmiennej pojemności równej początkowo C_0 przy początkowej odległości między okładkami $d_0 = 1$ mm. Kondensator naładowano do napięcia $U_0 = 100$ V i odłączono od zasilacza. Na krótki czas okładki kondensatora zostały zwarte opornikiem zewnętrznym. Podczas tego zwarcia na oporniku wydzielilo się ciepło ΔW równe połowie energii początkowo zgromadzonej w kondensatorze. Jakie napięcie U_1 ustali się na kondensatorze po odłączeniu opornika od okładek? Na jaką odległość d_2 należy następnie rozsunąć okładki kondensatora, aby napięcie na nim wróciło do wartości U_0 ? Przedstaw wszystkie sytuacje na wspólnym wykresie zależności napięcia od ładunku, $U(Q)$, używając do opisu symboli C_0, U_0, U_1 .

Zadanie 5. Soczewka w kształcie półkuli o promieniu $R = 5$ cm wykonana jest ze szkła o współczynniku załamania $n = 1,52$. Soczewkę ustawiamy w powietrzu i oświetlamy szeroką wiązką światła czerwonego od strony płaskiej strony soczewki, prostopadle do niej. Cała soczewka objęta jest wiązką. Patrzymy na soczewkę od zaokrąglonej strony, wzdłuż jej osi optycznej. Zaokrąglona strona soczewki jest podświetlona na czerwono, ale tylko w części. Jaka jest szerokość niepodświetlonej obwódki na soczewce (mierzona w kierunku prostopadłym do osi optycznej)? W jakiej odległości od zaokrąglonej strony soczewki promienie wychodzące skupią się po przejściu przez nią (nie uwzględniamy wad soczewki)? *Wskazówka. Można użyć wzoru na ogniskową dla pojedynczej powierzchni załamującej/cienkiej soczewki.*