

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Olimpiada "O Diamentowy Indeks AGH" 2021/2022

Fizyka – Etap 1

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

Zadanie 1. Uwzględniając wpływ oporu powietrza na parametry rzutu pionowego, w pierwszym przybliżeniu można przyjąć, że chwilowe przyspieszenie opisane jest równaniem $a = g - (k/m)v$, gdzie g jest przyspieszeniem ziemskim, k pewną stałą zależną od kształtu i wielkości ciała, m - masą ciała, a v - chwilową prędkością ciała. Rozważ rzut w górę z prędkością początkową $v_0 = 10$ m/s. Podziel czas ruchu na krótkie obszary czasowe o szerokości $\Delta t = 0,02$ s. Załóż, że w całym obszarze Δt przyspieszenie jest stałe i równe wartości obliczonej na początku obszaru. Korzystając z wzorów na ruch jednostajnie zmienny oblicz, przy wykorzystaniu arkusza kalkulacyjnego lub innych metod numerycznych, przyrosty prędkości i wysokości dla rozpatrywanego obszaru czasowego. Tak uzyskane przyrosty pozwalają na oszacowanie początkowych wielkości kinematycznych (h , v i a) dla kolejnego obszaru czasowego. Obliczenia wykonaj przyjmując $k = 0,15$ kg/s i dla dwóch różnych mas: $m_1 = 30$ g oraz $m_2 = 100$ g. Wyniki obliczeń przedstaw na wykresach $a(t)$, $v(t)$ oraz $h(t)$, z których oszacuj maksymalne wysokości do jakich docierają ciała. Porównaj czasy wznoszenia oraz maksymalne wysokości tych ciał z odpowiednimi wielkościami wyliczonymi dla rzutu bez uwzględnienia oporu powietrza.

Zadanie 2. Błat poziomego stołu rozdzielony jest linią graniczną na dwie części, jedna część jest doskonale gładka (współczynnik tarcia wynosi zero), a druga ma stałą chropowatość (współczynnik tarcia kinetycznego wynosi $f = 0,5$). Po gładkiej stronie stołu ślizga się z prędkością $v_0 = 2$ m/s jednorodna belka o długości $L = 50$ cm. Cały czas podczas ruchu belki jest ona ustawiona prostopadle do granicy rozdziału blatu stołu, a prędkość jej ruchu po powierzchni stołu jest prostopadła do tej granicy. Zrób wykres zależności siły tarcia między belką a blatem stołu w zależności od położenia przedniego końca pręta w stosunku do linii rozdzielającej blat. Na tak uzyskanym wykresie zaznacz pracę siły tarcia i oblicz jej wartość do momentu zatrzymania się belki. W jakiej odległości od linii rozdzielającej zatrzyma się przedni koniec pręta?

Zadanie 3. Rozszerzeniem równania Clapeyrona uwzględniającym wymiary cząsteczek gazu oraz ich wzajemne oddziaływanie jest równanie van der Waalsa: $(p + n^2 a V^{-2})(V - nb) = nRT$, w którym stałe a i b , wyznaczone doświadczalnie, są różne dla różnych gazów (dla azotu N_2 : $a = 0,137$ Jm³mol⁻² oraz $b = 3,87 \cdot 10^{-5}$ m³mol⁻¹). Ośmiolitrowa butla, została napełniona azotem do ciśnienia $p_0 = 2 \cdot 10^5$ hPa w temperaturze $T_0 = 300$ K. Po ochłodzeniu butli do temperatury $T_1 = 240$ K ciśnienie spadło do wartości $p_1 = 1,43 \cdot 10^5$ hPa. Ile wynosi masa azotu zawartego w butli? Jakie ciśnienie p_2 będzie panowało w butli, w temperaturze T_0 po pobraniu z niej 1/3 masy azotu?

Zadanie 4. Pięć identycznych kondensatorów o pojemności $C_0 = 2$ μ F połączono w baterię w taki sposób, że cztery kondensatory tworzą kwadrat ABCD, a piąty łączy punkty tego kwadratu wzdłuż przekątnej BD. Do wierzchołków leżących na drugiej przekątnej, AC, przyłożono napięcie $U_0 = 100$ V. Po naładowaniu baterii kondensatorów odłączono ją od źródła zasilania. Następnie zwarto jeden z kondensatorów leżący wzdłuż boku AB kwadratu. Oblicz pojemność zastępczą układu między punktami AC, przed i po zwarcie kondensatora AB. Ile wynosi energia baterii kondensatorów przed i po zwarcie tego kondensatora?

Zadanie 5. Na pryzmat równoboczny pada promień świetlny, o długości fali λ , biegnący równoległe do podstawy. Oblicz współczynnik załamania materiału, z którego wykonany jest pryzmat, jeżeli po załamaniu na pierwszej płaszczyźnie pryzmatu promień pada na drugą płaszczyznę pod kątem granicznym i ulega całkowitemu wewnętrznemu odbiciu. Przedstaw bieg promienia świetlnego na rysunku. Jak będzie wyglądał bieg promienia świetlnego o większej lub mniejszej długości fali po uwzględnieniu zjawiska dyspersji światła w szkle.