

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Olimpiada “O Diamentowy Indeks AGH” 2019/2020

Fizyka – Etap 1

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

1. Dwa ciała poruszają się ruchem jednostajnym po okręgach przeciwnie do ruchu wskazówek zegara z prędkościami kątowymi ω_1 i ω_2 . Oba tory mają jednakowe promienie i leżą w jednej płaszczyźnie, przy czym środek jednego okręgu leży na obwodzie drugiego. W chwili początkowej każde z ciał znajduje się w punkcie będącym środkiem toru (okręgu) drugiego ciała. Dla każdego z ciał napisz równanie opisujące jego położenie kątowe w funkcji czasu: $\varphi_1(t)$ oraz $\varphi_2(t)$, przyjmując położenia początkowe odpowiednio: $\varphi_{01} = 0$ oraz $\varphi_{02} = \pi$. Kąty liczymy niezależnie dla każdego z okręgów w relacji do wspólnej prostej przechodzącej przez ich środki. Tory ruchów obu ciał przecinają się w dwóch punktach: $A(\varphi_{A1}, \varphi_{A2})$ i $B(\varphi_{B1}, \varphi_{B2})$, w których może dojść do zderzenia się ciał. W którym z tych dwóch punktów i po ilu pełnych okrążeniach dojdzie do zderzenia obu ciał? Obliczenia wykonaj dla dwóch różnych stosunków częstości, wynoszących odpowiednio: (I) $\omega_1:\omega_2 = 5:1$ oraz (II) $\omega_1:\omega_2 = 2:3$. Odpowiedź uzasadnij.
2. W kierunku prostopadłym do ściany toczy się bez poślizgu kula o masie $m = 5$ kg z prędkością $v_0 = 7$ m/s. Kula odbija się doskonale sprężysto od ściany, przy czym ściana jest na tyle gładka aby można było założyć, że chwilowe zderzenie kuli ze ścianą nie powoduje istotnej zmiany momentu pędu kuli. Zaraz po odbiciu od ściany kula toczy się z poślizgiem, a współczynnik tarcia kuli o podłoże wynosi $f = 0,2$. Po jakim czasie od obicia kula zacznie się toczyć bez poślizgu? W jakiej odległości od ściany będzie wtedy kula? Przedstaw na wykresie zależność prędkości kuli od czasu. Moment bezwładności kuli $I = 0,4 mr^2$.
3. Mol gazu doskonałego poddany jest ogólnej przemianie gazowej, podczas której objętość zmienia się wprost proporcjonalnie do ciśnienia. Czy zachodzącą przemianę można skojarzyć z inną powszechnie znaną przemianą gazową? Na początku ciśnienie i objętość gazu wynoszą odpowiednio: $p_0 = 10^5$ Pa i $V_0 = 20$ dm³. W trakcie przemiany ciśnienie rośnie o 20%. Przedstaw tę przemianę na wykresie $p(V)$ i zaznacz na nim pracę wykonaną przez gaz oraz oblicz jej wartość. Wyprowadź zależność temperatury gazu od jego objętości i przedstaw ją na wykresie $T(V)$. Oblicz temperaturę początkową i końcową gazu.
4. Wskazówka godzinowa zegara wykonana jest z przewodnika o oporze $R_0 = 11$ Ω . Koniec wskazówki ślizga się po pętli w kształcie okręgu o promieniu $r = 10$ cm wykonanej z drutu oporowego o oporze właściwym $\rho = 45 \cdot 10^{-6}$ Ω m i średnicy $d = 0,5$ mm ułożonego symetrycznie na tarczy zegarowej. Do końca wskazówki znajdującego się na osi obrotu oraz punktu pętli z drutu odpowiadającemu godzinie dwunastej przyłożono napięcie $U_0 = 10$ V. Wyprowadź wzór na moc wydzieloną w układzie w funkcji czasu, $P(t)$, zakładając, że czas liczony jest od godziny 12-tej wskazywanej na zegarze. Kiedy całkowita moc wydzielona w układzie będzie największa a kiedy najmniejsza? Kiedy moc prądu wydzielona „na wskazówce” będzie taka sama jak moc wydzielona „na obwodzie tarczy”?
5. Wiązki światła z dwóch oddzielnych laserów emitujących promienie o różnych długościach fali zostały skierowane na wspólną siatkę dyfrakcyjną (prostopadłe padanie). Za siatką dyfrakcyjną w odległości $L = 50$ cm od siatki znajduje się płaski ekran o całkowitej szerokości $H = 1$ m, tak, że prążki centralne (zerowego rzędu) dla obu laserów pokrywają się dokładnie w środku ekranu. Przy takim ustawieniu widoczne na ekranie prążki siódmego rzędu drugiego lasera pokrywają się z prążkami szóstego rzędu pierwszego lasera. Długość fali światła pierwszego lasera odpowiada w zjawisku fotoelektrycznym częstotliwości progowej dla materiału o pracy wyjścia równej $W = 1,9595$ eV. Oblicz długość fali światła emitowanego przez każdy z laserów? Mając do dyspozycji dwie siatki dyfrakcyjne, różniące się liczbami 150 lub 300 rys na milimetr, uzasadnij której z nich należy użyć aby spełnić opisane powyżej warunki zadania.