

**Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie**  
**Olimpiada “O Diamentowy Indeks AGH” 2010/2011**  
**Fizyka – Etap 3**

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

1. Po gładkiej bocznej powierzchni klina, o masie  $M = 1\text{ kg}$ , nachylonej pod kątem  $\alpha = 30^\circ$  do podłoża, zsuwa się bez tarcia klocek o masie  $m = 0,2\text{ kg}$ . Klin spoczywa na poziomym podłożu. Ile wynosi minimalna wartość współczynnika tarcia między klinem a podłożem, dla której klin nie poruszy się podczas zsuwania się klocka?
2. Wykaż, że w niecentralnym zderzeniu sprężystym dwóch identycznych kul bilardowych, z których jedna przed zderzeniem spoczywa, po zderzeniu kule rozlatują się pod kątem prostym względem siebie. Wyjątek stanowi zderzenie centralne, kiedy to uderzająca kula po zderzeniu zatrzymuje się.
3. Rozchodzenie się fali akustycznej w gazie doskonałym opisujemy korzystając z przemiany adiabatycznej spełniającej równanie:  $pV^\kappa = \text{const}$ , gdzie:  $p$  – ciśnienie,  $V$  – objętość, oraz  $\kappa$  jest stosunkiem ciepła właściwego przy stałym ciśnieniu,  $c_p$ , do ciepła właściwego przy stałej objętości,  $c_v$ . Obliczony dla tej przemiany moduł ściśliwości,  $\beta$ , spełnia równanie:  $\beta = \kappa p$ . Szybkość rozchodzenia się fali akustycznej w gazie,  $u$ , spełnia zależność:  $u^2 = \beta/\rho$ , gdzie  $\rho$  jest gęstością masy gazu. Oblicz stosunek szybkości dźwięku w czystym wodorze ( $\mu_w = 2\text{ g/mol}$ ) do szybkości dźwięku w czystym tlenie ( $\mu_t = 32\text{ g/mol}$ ). Przyjmij, że obydwie gazy spełniają równanie stanu gazu doskonałego, a ich temperatury są takie same. *Uwaga:* parametr  $\kappa$  dla wszystkich gazów doskonałych, których cząsteczki są dwuatomowe jest jednakowy i wynosi 1,4.
4. Proton,  ${}^1_1\text{p}$ , i cząstka alfa,  ${}^4_2\alpha$ , zostały przyspieszone napięciem  $U$ , a następnie wleciały w jednorodne pole magnetyczne o indukcji  $\mathbf{B}$ . Prędkości cząstek są prostopadłe do pola magnetycznego i są dużo mniejsze od prędkości światła w próżni. Oblicz stosunki: (a) szybkości ruchu cząstek,  $v_\alpha/v_p$ , po przyspieszeniu napięciem  $U$ , (b) promieni okręgów,  $R_\alpha/R_p$ , oraz (c) częstości cyklotronowych,  $\omega_\alpha/\omega_p$ , dla ruchu cząstek w polu magnetycznym. Przedstaw na rysunku tor ruchu protonu w polu magnetycznym z wyraźnym zaznaczeniem kierunków wektorów  $\mathbf{v}$  i  $\mathbf{B}$ . *Uwaga:* częstość cyklotronowa jest równa prędkości katodowej, z jaką porusza się cząstka w wyniku działania zewnętrznego pola magnetycznego.
5. Cienka soczewka płasko-wypukła została zrobiona ze szkła o współczynniku załamania  $n = 1,5$ . Promień krzywizny powierzchni wypukłej soczewki wynosi  $R = 50\text{ mm}$ . Płaska powierzchnia soczewki ściśle dotyka podstawy walca wykonanego z tego samego szkła. Długość walca wynosi  $L$ . W jakiej odległości  $f$  od płaskiej powierzchni soczewki skupi się wiązka promieni równoległych do osi optycznej, padająca od strony wypukłej powierzchni soczewki? Rozważ dwa przypadki: (a) długiego walca (duże  $L$ ), tj. gdy punkt skupienia promieni znajduje się wewnątrz walca oraz (b) krótkiego walca, kiedy promienie skupiają się po wyjściu z walca. Przeprowadź obliczenia dla promieni przyosiowych, dla których kąty padania i załamania są na tyle małe, że spełniają relacje:  $\sin(\alpha) \approx \text{tg}(\alpha) \approx \alpha$  [rad]. Ile wynosi ogniskowa cienkiej soczewki, tj. dla  $L = 0$ ? Zrób wykres zależności  $f(L)$ .