

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Ogólnopolska Olimpiada „O Diamentowy Indeks AGH” 2026/2027
Fizyka – Etap 1

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

Zadanie 1. Misa w kształcie półsfery o promieniu R leży na płaskim blacie stołu do góry dnem. Na zewnętrznej stronie misy kładziemy mały przedmiot, który pozostaje w spoczynku, jeżeli leży na wysokości nie mniejszej niż h_0 liczonej od blatu. Wyznacz wielkość współczynnika tarcia statycznego μ_s między powierzchnią misy i przedmiotem na podstawie wartości R i h_0 .

Następnie wykorzystaj powyższy wzór, aby eksperymentalnie wyznaczyć współczynnik tarcia μ_s dla różnych materiałów. Wyznacz kilka (6-10) wysokości, dla których przedmiot (np. mała gumka do mazania, sześcienna kostka do gry, mała moneta, czy płaska nakrętka; im mniejszy przedmiot tym lepiej) jeszcze spoczywa na powierzchni misy. Dla rozpatrywanej serii pomiarów wyznacz średnią wartość μ_s i określ jej statystyczną niepewność pomiarową. *Uwaga.* Misa może być plastikowa, metalowa czy szklana, ale powinna mieć w miarę kołowy przekrój pionowy. Zamiast misy można wybrać inny obiekt o przekroju kołowym, np. dużą butelkę lub garnek, dmuchaną piłkę plażową czy dużą piłkę do ćwiczeń rehabilitacyjnych; im większy promień koła tym lepiej. W rozwiązaniu wstaw zdjęcie zestawu eksperymentalnego.

Zadanie 2. Rozważ ruch kuli bilardowej po płaskim podłożu. Kula i podłoże są idealnie sztywne. Promień kuli wynosi $R = 28,6$ mm, a jej masa $m = 170$ g. Przyjmij $g = 9,81$ m/s². Na jakiej wysokości liczonej od podłoża na pionowej osi symetrii kuli należy przyłożyć poziomo siłę, aby:

- (a) kula ślizgała się po podłożu, nie wykonując obrotów? Między kulą a podłożem występuje tarcie kinetyczne o współczynniku $\mu = 0,2$. Siła ma wartość $F = 1,7$ N i przyłożona jest stale do kuli.
- (b) po zadziałaniu popędem siły (siła przyłożona przez krótki czas) kula toczyła się od razu bez poślizgu (tzw. *sweet spot*)? Pomiń wpływ tarcia między kulą a podłożem oraz końcówką kija w trakcie uderzenia.

Zadanie 3. Entropia to wielkość fizyczna, która mierzy stopień nieuporządkowania cząsteczek gazu i pokazuje, że gaz naturalnie zawsze dąży do jak najszybszego rozprzestrzenienia się i wymieszania. Zmiana entropii gazu doskonałego w ogólnej przemianie jest funkcją parametrów termodynamicznych. Dla procesu izotermicznego przyrost entropii ma prostą postać $\Delta S_{izot.} = \frac{Q_{izot.}}{T}$, gdzie $Q_{izot.}$ jest ciepłem wymienionym z otoczeniem przez gaz o temperaturze T . W eksperymencie z jednym molem jednoatomowego gazu doskonałego zmierzono, że przy 2-krotnym wzroście objętości (tj. $V_2/V_1 = 2$) w przemianie izotermicznej zmiana entropii wyniosła $\Delta S_{izot.} = R \ln 2$, natomiast w analogicznej przemianie izobarycznej: $\Delta S_{izob.} = \frac{5}{2} R \ln 2$, gdzie R jest uniwersalną stałą gazową. Na podstawie powyższych wyników i wykorzystując równanie Meyera, wyznacz ogólne wyrażenie na zmianę entropii $\Delta S(T, V)$ dla jednego mola gazu doskonałego o dowolnej liczbie stopni swobody f w dowolnej przemianie. Następnie zapisz w tabeli zależności ΔS od rodzaju cząsteczki gazu w analogicznych przemianach: izobarycznej (przy stosunku $V_2/V_1 = k$), izochorycznej ($T_2/T_1 = k$) i izotermicznej ($V_2/V_1 = k$) dla dowolnego k .

Zadanie 4. Rozważ układ dwóch próżniowych kondensatorów płaskich połączonych szeregowo i podpiętych do źródła napięcia stałego U . Pierwszy kondensator ma stałą pojemność C_0 oraz odległość między okładkami d . Drugi ma zmienną odległość między okładkami x i to samo pole powierzchni okładek. Zaczynamy zmieniać odległość x . Ponieważ źródło jest stale podpięte, ładunek może dopływać i odpływać z układu. Pokaż zależność od x różnicy energii ΔW zgromadzonych w kondensatorze stałym i zmiennym. Przedstaw ją na wykresie w zakresie x od 0 do ∞ . Wyjaśnij, co się dzieje w charakterystycznych punktach $x = \{0, d, \infty\}$.

Zadanie 5. Uzasadnij, że dla soczewki rozpraszającej prawdziwe są własności: (1) $y < 0$; (2) $|y| < |f|$; (3) $p \in (0, 1)$; gdzie y , f , p oznaczają kolejno: położenie obrazu, ogniskową i powiększenie soczewki (zdefiniowane jako $|\frac{y}{x}|$, x – położenie przedmiotu). Innymi słowy uzasadnij, że obraz w soczewce rozpraszającej jest pozorny, pomniejszony i powstaje przed ogniskiem. Załóż model cienkiej soczewki. Następnie rozwiąż taki problem: Zauważono, że dla pewnego przedmiotu umieszczonego w położeniu $x_1 = 4$ cm od soczewki rozpraszającej wysokość jego obrazu jest tak sama, jak dla przedmiotu 2-krotnie większego i umieszczonego 3 razy dalej od soczewki. Jaka jest ogniskowa tej soczewki? Jaka jest odległość między położeniami obrazów tych przedmiotów? Wynik obliczeń potwierdź przy pomocy konstrukcji obrazu.