

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Ogólnopolska Olimpiada „O Diamentowy Indeks AGH” 2025/2026
Fizyka – Etap 1

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

Zadanie 1. Celem zadania jest doświadczalne sprawdzenie słuszności równania Bernoulliego dla przepływu cieczy w polu grawitacyjnym. W najprostszym ujęciu (otwarte naczynie, brak zewnętrznych wymuszeń) równanie Bernoulliego można zapisać następująco: $\rho gh + \frac{\rho v^2}{2} = \text{const}$, gdzie ρ – gęstość cieczy, h – wysokość nad umownym poziomem odniesienia, v – prędkość przepływającej cieczy; stosuje się je jak prawo zachowania (np. energii).

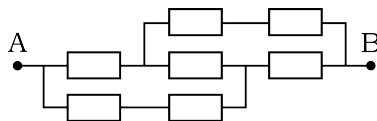
I. Rozważ otwarty od góry pojemnik (np. w kształcie walca) ustawiony na płaskim podłożu wypełniony do wysokości H cieczą, w którego bocznej ścianie na wysokości h wykonano niewielki otwór. Wysokości H i h są mierzone od podłoża oraz $h < H$. Wyprowadź wzór na zasięg cieczy wypływającej poziomo z otworu w funkcji wysokości słupa cieczy w pojemniku, tj. $z(H)$. Pomiń wpływ lepkości cieczy i oporu powietrza.

II. Wykonaj eksperyment, którego celem jest potwierdzenie liniowego przebiegu zależności $z^2(H)$. W tym celu użyj np. butelki plastikowej z odciętą szyjką, wykonaj w jej bocznej ścianie mały otwór (np. gwoździem) na dowolnej wysokości. Ponad otworem zaznacz na butelce kilka charakterystycznych (znanych) wysokości mierzonych od podłoża. Początkowo zamknij otwór (np. taśmą klejącą). Wypełnij butelkę wodą i odsłoń otwór. Zwróć uwagę, aby woda wypływała z otworu w poziomie; jeśli tak nie jest, wykonaj inny otwór. Zaznaczaj na podłożu miejsca zasięgu z strumienia wody w chwilach, gdy poziom słupa wody osiąga charakterystyczne wysokości H , oznaczone na butelce. Następnie wykreśl zależność $z^2(H)$ i oceń, czy zależność jest liniowa. Punktów pomiarowych powinno być kilka (4-10), możesz je zebrać jednocześnie w pojedynczym wykonaniu eksperymentu; w tym celu zrób otwór nie za wysoko (np. $h = 10$ cm od podłoża), a początkowa wysokość słupa wody niech będzie duża (np. $H = 40$ cm). Z wykresu uzyskaj informację o wysokości wykonania otworu h i potwierdź zgodność z pomiarem bezpośrednim. Załącz zdjęcie zestawu eksperymentalnego.

Zadanie 2. Na klinie o masie M i kącie nachylenia do podłoża α ustawiono mały klocek o masie m . Klin może się poruszać po płaskim podłożu bez tarcia, które nie występuje też między klinem a klockiem. W układzie kartezjańskim o osiach w poziomie i pionie ustal wektor przyspieszenia klocka m względem (nieruchomego) podłoża. Potwierdź, że klocek nie może „zawrócić” na klinie, tzn. poruszać się w kierunku ruchu klina. Przeanalizuj przyspieszenie klocka w dwóch skrajnych przypadkach stosunku mas: $M/m \gg 1$ oraz $M/m \approx 0$.

Zadanie 3. Jednym z założeń modelu gazu doskonałego jest oddziaływanie cząsteczek tylko poprzez zderzenia. Celem zadania jest oszacowanie średniego czasu pomiędzy zderzeniami cząsteczek w gazie jednoatomowym. Średnia droga, jaką cząsteczka pokonuje pomiędzy zderzeniami, może być obliczona za pomocą wzoru: $l = 1/(\pi d^2 n_c)$, gdzie n_c – liczba cząsteczek na jednostkę objętości (koncentracja), d – średnica cząsteczek. Załóż, że obowiązuje równanie stanu gazu doskonałego (mimo rezygnacji z założenia o punktowym rozmiarze cząsteczek); na jego podstawie ustal n_c . Cząsteczka porusza się średnio ze stałą prędkością, v_{sr} , którą możesz oszacować na podstawie zasady ekwipartycji energii ($v_{sr} \approx \sqrt{\frac{2E_{k, sr}}{m}}$, gdzie m to masa cząsteczki, a $E_{k, sr}$ to średnia energia kinetyczna cząsteczki, którą możesz powiązać z temperaturą). Wyprowadź wzór na średni czas między zderzeniami w funkcji temperatury, ciśnienia i rodzaju gazu, i podaj wynik liczbowy dla argonu w warunkach standardowych (0°C , 1000 hPa). Przyjmij średnicę cząsteczki argonu $d = 0,3$ nm. Potrzebne stałe znajdź w tablicach.

Zadanie 4. Korzystając z praw Kirchhoffa, oblicz opór zastępczy między punktami A i B siatki jednakowych oporników o rezystancji $R = 100 \Omega$, przedstawionej na rysunku poniżej. Zauważ, że dla siatki wpiętej do zewnętrznego napięcia U można zapisać prawa Kirchhoffa prądowe i napięciowe, a z otrzymanego układu wielu równań potrzebujesz tylko związku między U , R i całkowitym prądem w obwodzie.



Zadanie 5. Wyznacz ogniskowe sferycznej soczewki płasko-wypukłej o wysokości $h = 69,7$ mm i grubości (w najszerszym miejscu) $t = 11,6$ mm, umieszczonej w powietrzu i wykonanej ze szkła o współczynniku załamania $n_{cz} = 1,512$ dla barwy czerwonej i $n_f = 1,527$ dla barwy fioletowej. Oblicz, jaka jest względna wysokość (w procentach) ostrych obrazów przedmiotu ustawionego w $x_1 = 200$ mm oraz $x_2 = 120$ mm od soczewki, uzyskanych za pomocą obu wiązek światła. Załóż, że mimo skończonej grubości soczewki można korzystać ze wzorów soczewkowych dla cienkich soczewek. Pomiń inne wady soczewki.