

LVIII OLIMPIADA FIZYCZNA — ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

Rozwiązania zadań I stopnia należy przysyłać do **Okręgowych Komitetów Olimpiady Fizycznej** w terminach: część I — do 15 października b.r., część II — do 15 listopada b.r.. O kwalifikacji do zawodów II stopnia będzie decydować suma punktów uzyskanych za rozwiązania zadań części I i II.

Szczegóły dotyczące regulaminu oraz organizacji Olimpiady można znaleźć w broszurze i na afiszu rozesłanych do szkół średnich oraz na stronie internetowej <http://www.kgof.edu.pl>.

CZEŚĆ II (termin wysyłania rozwiązań — 15 listopada 2008 r.)

Uwaga: Rozwiązanie każdego zadania powinno być napisane na oddzielnym arkuszu papieru podaniowego. Na każdym arkuszu należy umieścić nazwisko i imię oraz adres autora pracy, a także nazwę, adres szkoły i klasę oraz nazwisko i imię nauczyciela fizyki. Do pracy należy dołączyć kopertę zaadresowaną do siebie.

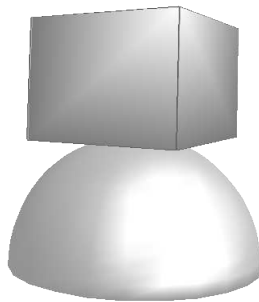
ZADANIA TEORETYCZNE

Za każde z trzech zadań można otrzymać maksimum 20 punktów.

Zadanie T1

Na sztywnej i nieruchomej półkuli o promieniu R stoi jednorodny prostopadłościan o wysokości L oraz podstawie o wymiarach $2a$ na $2b$ (patrz rysunek 1). Prostopadłościan styka się z półkulą dokładnie w środku podstawy, a podstawa jest pozioma. Dla jakich wysokości prostopadłościanu takie ustawienie jest stanem równowagi trwałej?

Podstawa prostopadłościanu nie ślizga się po powierzchni półkuli.



rys. 1

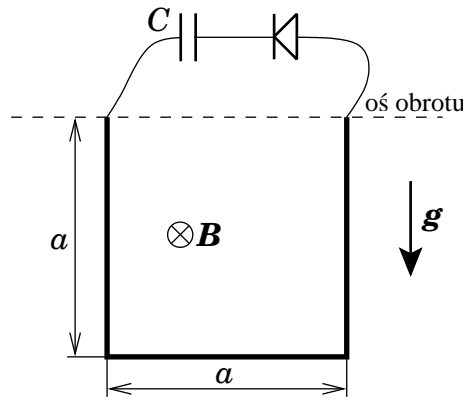
Uwaga:

Dla małych kątów α : $\cos \alpha \approx 1 - \alpha^2/2$, $\sin \alpha \approx \alpha$.

Zadanie T2

Sztywny drut o masie m jest wygięty w kształcie litery U (patrz rysunek 2) i składa się z trzech prostoliniowych fragmentów długości a każdy. Drut jest zawieszony za końce tak, że może się swobodnie wahać wokół poziomej osi. Końce drutu są podłączone nieruchomymi przewodami poprzez diodę do kondensatora o pojemności C . Całość znajduje się w stałym, jednorodnym polu magnetycznym o indukcji \vec{B} , prostopadłym zarówno do osi obrotu jak i do kierunku pola grawitacyjnego. Drut wychylono o kąt $\pi/2$ od pionu i puszczono swobodnie. Jakie będzie napięcie na kondensatorze po dłuższym czasie wahań się drutu? Współczynnik liczbowy możesz podać w przybliżeniu, na podstawie wykresu odpowiedniej funkcji.

Pomiń opór powietrza oraz tarcie w miejscu zawieszenia drutu. Przyjmij, że energia, która zostanie zgromadzona w kondensatorze i straty energii przy przepływie prądu są pomijalnie małe w porównaniu z energią wahań drutu. Pomiń indukcyjność obwodu.



rys. 2

Podaj wynik liczbowy dla $B = 0,1\text{ T}$, $m = 0,2\text{ kg}$, $a = 0,3\text{ m}$, $C = 10^{-6}\text{ F}$. Przyspieszenie ziemskie $g \approx 10\text{ m/s}^2$.

Zadanie T3

Postanowiono zbudować samochód napędzany silnikiem na sprężone powietrze. W takim samochodzie sprężone powietrze ze zbiornika rozpręża się w silniku (który może być bardzo skomplikowanym urządzeniem), a następnie wylatuje do otoczenia. Przyjmijmy, że zbiornik na powietrze jest walcem długości $l = 2\text{ m}$ i promieniu $r = 0,2\text{ m}$, zakończonym półkulami i że początkowe ciśnienie powietrza w zbiorniku wynosi $p = 30\text{ MPa}$. Temperatura powietrza w zbiorniku jest równa temperaturze otoczenia $t_0 = 17^\circ\text{C}$. Ciśnienie atmosferyczne jest równe $p_0 = 100\text{ kPa}$.

Zakładając, że silnik może osiągnąć maksymalną możliwą teoretycznie sprawność, oblicz jaką drogę może przebyć ten samochód po jednym napełnieniu zbiornika. Przyjmij, że praca mechaniczna wykonana przez silnik tego samochodu jest taka sama, jak praca mechaniczna wykonana na tej samej drodze przez silnik samochodu spalinowego zużywającego 5 l benzyny na 100 km . Załóż, że sprawność silnika spalinowego wynosi 30% .

Wzory, które mogą być przydatne:

(i) praca wykonana przez gaz doskonały w trakcie rozprężania adiabatycznego

$$W = \frac{R}{c_V} p_1 V_1 \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{R/(c_V+R)} \right];$$

(ii) ciepło dostarczane do gazu doskonałego w trakcie przemiany izotermicznej

$$Q = p_1 V_1 \ln \frac{p_1}{p_2};$$

gdzie p_1 i V_1 są początkowymi ciśnieniem i objętością gazu, a p_2 – ciśnieniem końcowym, c_V – molowym ciepłem właściwym przy stałej objętości, R – uniwersalną stałą gazową.

ZADANIA DOŚWIADCZALNE

Przesłać należy rozwiązania dwóch (i tylko dwóch) zadań dowolnie wybranych z trzech podanych zadań doświadczalnych. Za każde zadanie można otrzymać maksimum 40 punktów.

Zadanie D1

Współczynnik załamania oleju jadalnego

Masz do dyspozycji:

- olej jadalny,
- naczynie z matowym płaskim dnem, wykonane z nieprzezroczystego materiału (np. garnek o średnicy 10 – 15 cm),
- wskaźnik laserowy,
- linijkę,
- papier milimetrowy,
- nożyczki,
- zaciemnione pomieszczenie.

Jeśli wiązkę światła laserowego skierować na dno naczynia wypełnionego do pewnego poziomu olejem, to można zaobserwować, że wokół jasnego punktu na dnie, na który pada promień światła laserowego, tworzy się mniej oświetlony obszar w kształcie koła. Wykorzystując to zjawisko wyznacz współczynnik załamania oleju jadalnego względem powietrza.

Uwaga:

Wykonując pomiary zachowaj szczególną ostrożność! Uważaj, aby odbita wiązka światła laserowego nie trafiła w oczy!

Zadanie D2

Gwizdząca butelka

Masz do dyspozycji:

- plastikową butelkę o pojemności 1,5 – 2 l z szyjką o walcowym kształcie i długości ok. 3 cm,
- naczynie o znanej pojemności, znacznie mniejszej niż pojemność butelki,
- komputer z kartą dźwiękową, mikrofonem i oprogramowaniem umożliwiającym wykorzystanie komputera jako oscyloskopu z pamięcią,
- wodę.

Dmuchając nad otworem butelki można sprawić, że z butelki zacznie wydobywać się dźwięk.

1. Wypełniając butelkę wodą, wyznacz zależność częstotliwości tego dźwięku od objętości powietrza zawartego w butelce. Wykonując pomiary zawsze próbuj wydobyć z butelki dźwięk o możliwie najniższej częstotliwości. Wykonaj wykres tej zależności dla możliwie szerokiego zakresu objętości.
2. Zbadaj czy uzyskaną doświadczalną zależność można przedstawić w postaci potęgowej:

$$f = f_0 \left(\frac{V}{V_0} \right)^\alpha,$$

gdzie f_0 , V_0 , α – pewne stałe.

Uwaga:

Do pomiarów możesz wykorzystać program winscope.exe dostępny na stronie Olimpiady Fizycznej: <http://www.kgof.edu.pl/> lub wykorzystać program Oscyloskop dostępny na płycie CD

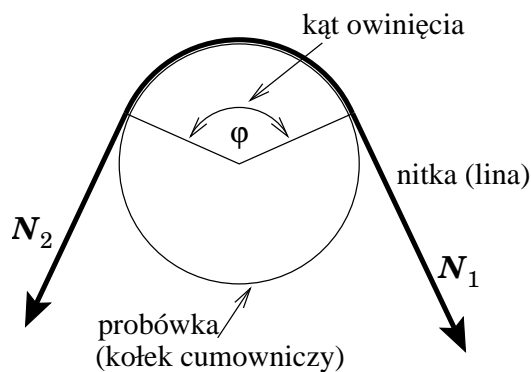
dołączonej do podręcznika J. Blinowski, W. Zieliński, *Fizyka z astronomią. Kształcenie w zakresie rozszerzonym*, tom. I, WSiP, Warszawa 2002 (i 2003, II wydanie).

Zadanie D3

Tarcie nitki o probówkę

Statki cumuje się do nabrzeża owijając linę wokół pachołka cumowniczego. Jako model tej sytuacji rozważamy nitkę owiniętą wokół probówki (patrz rysunek). Zdefiniujemy parametr $\gamma = N_1/N_2$, gdzie N_1 i N_2 oznaczają naprężenia na dwóch końcach nitki.

Niech Γ oznacza maksymalną wartość parametru γ , przy którym nitka nie ślizga się po probówce.



rys. 3

Masz do dyspozycji:

- 3 jednakowe probówki,
- 3 statywy z uchwytami,
- linijkę,
- nitkę,
- 50 spinaczy biurowych.

Wyznacz zależność parametru Γ od kąta nawinięcia nitki. Sprawdź czy zależność tę można opisać równaniem $\Gamma(\varphi) = e^{\mu\varphi}$, gdzie μ – pewna stała.

Wskazówki:

1. Możesz wykorzystać nawijanie nitki na więcej niż jedną probówkę. Całkowity kąt nawinięcia jest wówczas równy sumie kątów nawinięcia na poszczególne probówki.
2. Zadbaj o czystość nitki i probówek.