

## LXV OLIMPIADA FIZYCZNA — ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

Rozwiązania zadań I stopnia należy przysyłać do **Okręgowych Komitetów Olimpiady Fizycznej** w terminach: część I — do 9 października b.r., część II — do 13 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 na stronie internetowej <http://www.kgof.edu.pl>.

### **Krótką informacją na temat poprawnej redakcji rozwiązań zadań Olimpiady Fizycznej**

Zadania powinny być rozwiązane jasno, przejrzysto i czytelnie. Każde zadanie powinno być rozwiązane na oddzielnej kartce papieru. Poszczególne etapy rozumowania należy opisać, a wszelkie zależności fizyczne, które nie są wprost podane w podręcznikach szkolnych – udowodnić. Należy również objaśnić wszelkie oznaczenia występujące w rozwiązaniach zadań. Rysunki mogą być wykonane odręcznie – muszą być jednak przejrzyste i czytelne oraz dobrze opisane w tekście.

Rozumowanie przedstawione w rozwiązaniach nie może zawierać luk logicznych. Każdy krok rozumowania powinien być zwięźle opisany, a przyjęte założenia – klarownie uzasadnione. Rozwlekłość jest uznawana za ujemną cechę pracy.

Rozwiązanie zadania teoretycznego powinno być poprzedzone analizą problemu poruszanego w zadaniu, a zakończone dyskusją wyników. Rozwiązania zadań teoretycznych powinny odnosić się do ogólnej sytuacji opisanej w treści, dane liczbowe (o ile zostały podane) powinny być podstawione dopiero do ostatecznych wzorów.

W zadaniach doświadczalnych należy wyraźnie rozgraniczyć części teoretyczną i doświadczalną. Część teoretyczna zadania doświadczalnego powinna zawierać analizę problemu wraz z wyprowadzeniem niezbędnych wzorów (o ile nie ma ich wprost w podręcznikach szkolnych) oraz sugestię metody doświadczalnej. Część doświadczalna powinna zawierać m.in. opis układu doświadczalnego ilustrowany rysunkiem, opis wykonanych pomiarów, wyniki pomiarów, analizę czynników mogących wpływać na wyniki (jak np. rozpraszanie energii lub opory wewnętrzne mierników), opracowanie wyników wraz z dyskusją niepewności pomiarowych. Wykresy do zadania doświadczalnego powinny być starannie wykonane, najlepiej na papierze milimetrowym. Ocenie podlegają wyłącznie elementy rozwiązania opisane w pracy. W zadaniach doświadczalnych osobno oceniana jest część teoretyczna i część doświadczalna.

W rozwiązaniach można posługiwać się dowolnym układem jednostek, chyba że tekst zadania mówi wyraźnie inaczej.

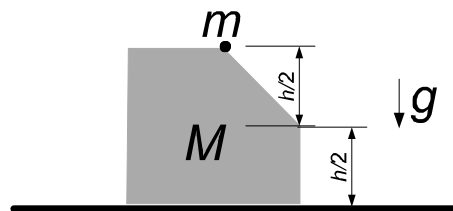
## CZĘŚĆ II (termin wysyłania rozwiązań — 13 listopada 2015 r.)

Uwaga: Rozwiązanie każdego zadania powinno być napisane na oddzielnym arkuszu papieru podaniowego. Na każdym arkuszu należy umieścić nazwisko i imię, adres e-mail oraz adres autora pracy. Na pierwszym arkuszu pracy dodatkowo należy podać także nazwę, adres szkoły i klasę oraz nazwisko i imię nauczyciela fizyki. Osoby, które chcą być poinformowane listownie o wynikach kwalifikacji, do pracy powinny dołączyć zaadresowaną do siebie kopertę z naklejonym znaczkiem.

### ZADANIA TEORETYCZNE

Należy przesłać rozwiązania trzech (i tylko trzech) dowolnie wybranych zadań teoretycznych. Za każde z trzech zadań można otrzymać maksimum 20 punktów.

#### Zadanie T1



Rys. 1.

Rozważmy klocek (patrz Rys. 1) o masie  $M$ , którego jedna część jest ścięta pod kątem  $45^\circ$  do poziomu. Wysokość klocka wynosi  $h$ , a ścięta część kończy się na wysokości  $h/2$ . Klocek może ślizgać się bez tarcia po poziomym stole.

Na klocek położono małe ciało o masie  $m$  (patrz Rys. 1), które zaczęło się ześlizgiwać bez tarcia po klocek.

Rozważając dwa przypadki:

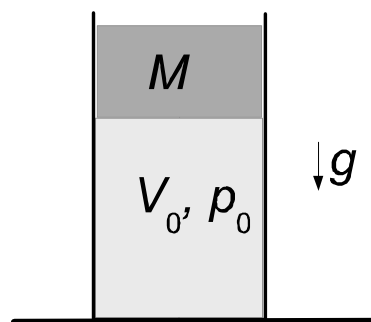
- a)  $M \gg m$ ;
- b)  $M \ll m$ ;

wyznacz odległość  $d$  między klockiem a ciałem w chwili, gdy ciało uderzy w stół.

W którym z tych przypadków szukana odległość jest większa?

Przyspieszenie ziemskie wynosi  $g$ .

#### Zadanie T2



Rys. 2.

Cylinder z tłokiem o masie  $M$  i powierzchni  $S$  jest ustawiony pionowo w polu grawitacyjnym o natężeniu  $g$  (patrz Rys. 2). Cylinder jest wypełniony jednoatomowym gazem doskonałym, początkowo o temperaturze  $T_0$  i objętości  $V_0$ . Gaz jest izolowany termicznie od otoczenia. Między ściankami cylindra a tłokiem nie występuje tarcie, a na zewnątrz cylindra jest próżnia. Na tłoku postawiono ciężarek o masie  $m$ .

Wyznacz temperaturę  $T_k$  gazu po ustaleniu się stanu równowagi. Pomiń pojemność cieplną cylindra i tłoka.

### Zadanie T3

Elektryczna „czarna skrzynka” z dwoma wyprowadzeniami została dołączona do źródła napięcia 5 V. Po tym dołączeniu natężenie płynącego prądu zmieniało się w czasie. Przez pierwsze kilka mikrosekund wynosiło około 1 A, po upływie 1 ms było bliskie 0,5 A przez kolejne kilka milisekund. Po 1 s przez skrzynkę płynął prąd o natężeniu około 2 A, które prawie nie zmieniało się przez dowolnie długi czas. Zaprojektuj wnętrze tej czarnej skrzynki, wykorzystując tylko oporniki, cewki i kondensatory – w sumie nie więcej niż 6 elementów. Podaj parametry (oporność, indukcyjność lub pojemność) użytych elementów.

### Zadanie T4 – numeryczne

Rozważ małą kulkę o masie  $m = 0,1$  kg zawieszoną na nici o długości  $l = 1$  m. Oprócz siły ciężkości na kulkę działa siła oporu proporcjonalna do kwadratu prędkości:  $F_{\text{oporu}} = b \cdot v^2$ . W chwili  $t = 0$  nitka jest odchylona od pionu o kąt  $90^\circ$ .

Wyznacz numerycznie zależność od czasu kąta, o jaki nić odchyła się od pionu, w przedziale czasu od 0 do 100 s i wykonaj odpowiedni wykres dla stałych  $b$  równych 0 kg/m, 0,0025 kg/m oraz 0,01 kg/m.

Dla każdego z wykresów podaj czas, po którym amplituda drgań spadnie do połowy oraz czas, po którym spadnie do jednej czwartej początkowej wartości.

Przyjmij, że przyspieszenie ziemskie wynosi  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup>.

#### Uwaga:

Rozwiązanie powinno zawierać:

- (i) wzory używane w rozwiązaniu wraz z wyprowadzeniem lub uzasadnieniem;
- (ii) opis zastosowanego algorytmu;
- (iii) opis kodu programu (lub np. arkusza kalkulacyjnego) użytego do rozwiązania wraz ze sposobem zagwarantowania (lub sprawdzenia) właściwej dokładności wyników;
- (iv) wykresy ruchu kulki dla każdej z podanych wartości  $b$ ;
- (v) czasy, o których mowa w poleceniu;
- (vi) jakościowe omówienie otrzymanych wyników.

Nie jest dopuszczalne użycie programów do obliczeń symbolicznych lub programów wyznaczających tor lub ruch automatycznie po podaniu wzoru na siłę.

Dodatkowe wskazówki dotyczące rozwiązywania zadań numerycznych znajdziesz w treściach i rozwiązaniach zadań numerycznych z poprzednich olimpiad.

## ZADANIA DOŚWIADCZALNE

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

### Zadanie D1

Mając do dyspozycji:

- kilka kartek typowego papieru do drukarki o gramaturze  $80 \text{ g/m}^2$ ,
- cyfrowy woltomierz o nieznanym oporze wewnętrznym,
- baterię  $4,5 \text{ V}$ ,
- 3 oporniki o oporze  $R_1 = (1,00 \pm 0,05) \text{ M}\Omega$  oraz 3 oporniki o oporze  $R_2 = (10,0 \pm 0,5) \text{ M}\Omega$ ,
- folię aluminiową,
- kable i zaciski umożliwiające zestawienie układu pomiarowego,
- płaskie obciążniki o masie kilku kilogramów (np. książki),
- linijkę,
- nożyczki, taśmę klejącą,

wyznacz opór właściwy papieru.

#### Uwaga:

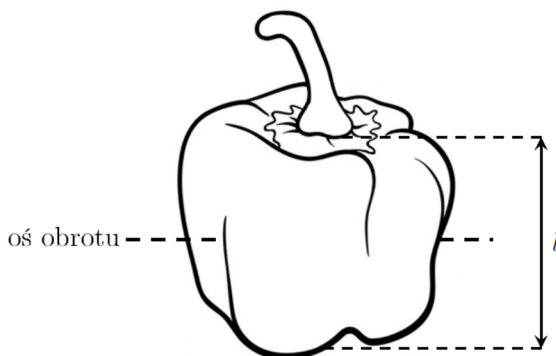
Jako woltomierza możesz użyć cyfrowego miernika uniwersalnego. Jeżeli nie masz możliwości zdobycia oporników o podanych wartościach oporu, przed 31 października 2015 r. przyslij na adres KGOF zaadresowaną do siebie kopertę ze znaczkiem pocztowym.

### Zadanie D2

Mając do dyspozycji:

- owoc papryki (*Capsicum annuum* L.) o znanej masie,
- cienki, sztywny pręt (np. patyczek do szaszłyków),
- stoper,
- linijkę lub taśmę mierniczą,
- nić,
- statyw,
- taśmę klejącą,

wyznacz moment bezwładności owocu papryki względem dowolnie wybranej osi przechodzącej przez jego środek ciężkości w sposób schematycznie przedstawiony na Rys. 3.



Rys. 3.

Porównaj wyznaczony moment bezwładności z momentem bezwładności sfery oraz jednorodnej kuli o takiej samej masie oraz średnicy co papryka. Sposób wyznaczenia średnicy  $l$  papryki przedstawiono schematycznie na Rys. 3.

**Uwaga:**

Do doświadczenia wybierz owoc o możliwie regularnym kształcie, tzn. możliwie zbliżonym do kuli.

**Zadanie D3**

Mając do dyspozycji:

- kilka kartek typowego papieru do drukarki o gramaturze  $80 \text{ g/m}^2$ ,
- metalowe garnki różnych rozmiarów o płaskich dnach, najlepiej nieemaliowane,
- kuchenkę gazową lub elektryczną,
- lód i wodę,
- wagę,
- stoper,
- linijkę,
- nożyczki, ręczniki papierowe,

wyznacz współczynnik przewodnictwa cieplnego papieru do drukarki. Ciepło topnienia lodu wynosi  $333,7 \text{ kJ/kg}$ .

**Uwaga:**

Współczynnik przewodnictwa cieplnego  $\lambda$  dla ciała o kształcie prostopadłościanu definiuje się jako:

$$\lambda = \frac{Qd}{tS\Delta T}$$

gdzie:  $Q$  jest ilością ciepła przepływającą przez ciało w kierunku równoległym do jednej z jego krawędzi,  $d$  jest długością tej krawędzi,  $t$  jest czasem przepływu ciepła,  $S$  jest polem przekroju ciała, przez które przepływa ciepło, a  $\Delta T$  jest różnicą temperatur między powierzchniami ciała, mierzona w kierunku przewodzenia ciepła.