

# LXXII OLIMPIADA FIZYCZNA

## ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

### CZĘŚĆ II

Rozwiązania zadań drugiej części I stopnia należy przysyłać do **Okręgowych Komitetów Olimpiady Fizycznej** w terminie do 18 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 sugestią 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. Niedopuszczalne jest fabrykowanie, fałszowanie lub modyfikowanie danych pomiarowych - za tego typu działania grozi dyskwalifikacja.

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

## ZADANIA CZĘŚCI II (termin wysyłania rozwiązań — 18 listopada 2022 r.)

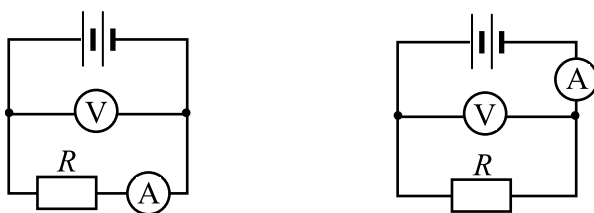
Uwaga: Rozwiązanie każdego zadania powinno być napisane na oddzielnym arkuszu papieru podaniowego. Na każdym arkuszu należy umieścić identyfikator otrzymany w trakcie rejestracji oraz nazwisko i imię autora pracy. Na pierwszym arkuszu pracy dodatkowo należy podać adres e-mail autora pracy oraz nazwę i adres szkoły. 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.

Pewien układ elektroniczny mierzy napięcie w zakresie od 0 V do  $U_0$  i ma stały opór  $R_0$ . Dołączając do niego w odpowiedni sposób (szeregowo lub równoległe) pewien opornik utworzono z niego woltomierz o zakresie pomiarowym do  $U_V$  ( $U_V > U_0$ ). Z drugiego takiego samego układu elektronicznego, przez dołączenie w odpowiedni sposób innego opornika, utworzono amperomierz o zakresie pomiarowym do  $I_A$ . W celu wyznaczenia wartości oporu  $R$  pewnego elementu dokonano tymi przyrządami pomiaru napięcia i natężenia prądu w dwóch przedstawionych na rysunkach obwodach.

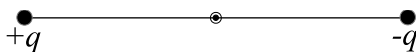


Iloraz wskazań mierników  $U/I$  okazał się równy  $R_1$  w jednym z obwodów, a  $R_2$  w drugim, przy czym  $R_2 > R_1$ . Ustal, któremu obwodowi odpowiada  $R_1$ , a któremu  $R_2$  i wyznacz  $R_0$  oraz  $R$ .

Podaj wyniki liczbowe dla  $U_0 = 0,5$  V,  $U_V = 100$  V,  $I_A = 0,2$  A,  $R_1 = 450$   $\Omega$ ,  $R_2 = 460$   $\Omega$ .

## Zadanie T2.

W pobliżu nieskończonej metalowej płyty znajduje się cienki, sztywny, jednorodny pręt o długości  $2l$ , na końcach którego umieszczone są dwie małe kulki o masie  $m$  każda, naładowane ładunkami:  $+q$  oraz  $-q$ . Środek pręta jest zamocowany w stałej odległości  $d$  ( $d > l$ ) od płyty, ale pręt może się swobodnie obracać wokół tego punktu zamocowania, patrz rysunek.

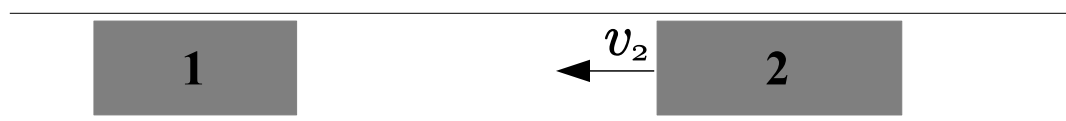


Początkowo pręt był nieruchomy i równoległy do metalowej płyty. W wyniku małego odchylenia od położenia początkowego pręt zaczął się obracać w płaszczyźnie prostopadłej do płyty. Wyznacz prędkość kulek na końcach pręta w chwili, gdy będzie on prostopadły do płyty. Pomiń opory ruchu. Możesz przyjąć, że płyta jest idealnym przewodnikiem. Pręt i mocowanie jego środka nie ma wpływu na pole elektryczne.

Wskazówka: patrz logo Olimpiady Fizycznej ilustrujące zastosowanie tzw. „metody obrazów” (zad 2. I st. cz. 2, LXVII Olimpiady Fizycznej).

### Zadanie T3.

Wewnątrz bardzo długiego cylindra znajdują się dwa szczelne tłoki o masach  $m_1$  i  $m_2$  oraz polu przekroju  $S$ . Między nimi jest zamknięta pewna ilość gazu.

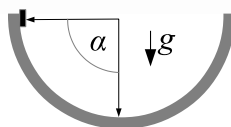


Początkowa odległość między tłokami wynosiła  $L_0$ ; tłok 1 spoczywał, a tłok 2 poruszał się z pewną (nieznaną) prędkością  $v_2$  w kierunku tłoka 1. Początkowe ciśnienie gazu między tłokami było równe ciśnieniu zewnętrznemu  $p_0$ , a początkowa temperatura wynosiła  $T_0$ . Gaz jest gazem doskonałym o molowym cieple właściwym  $C_V$ . Przyjmując, że tłoki ani cylinder nie pobierają ciepła od gazu, oraz że sprężanie oraz rozprężanie gazu pomiędzy tłokami zachodzi w sposób odwracalny i wiedząc, że minimalna odległość między tłokami wyniosła  $L_{\min}$ , wyznacz prędkość  $v_2$ .

Pomiń opór aerodynamiczny związany z ruchem tłoków i tarcie tłoków o ścianki cylindra oraz masę gazu w porównaniu z masą tłoków.

### Zadanie T4 - numeryczne.

Tuż przy brzegu poziomej rynny (półwalca) o promieniu wewnętrznym  $r = 0,1$  m umieszczono mały klocek (tzn. o rozmiarach znacznie mniejszych od  $r$ ) i puszczono.



Współczynnik tarcia klocka o powierzchnię rynny jest równy  $f$ . Pomijając opór powietrza i przyjmując, że klocek styka się z rynną stale tą samą ścianą (tzn. nie przewraca się), wyznacz numerycznie ruch klocka (kąąt  $\alpha$  – patrz rysunek – w zależności od czasu) w zakresie czasów od 0 s (chwila położenia klocka) do 10 s oraz – jeśli klocek zatrzyma się w ciągu 10 s – chwila zatrzymania się klocka.

Rozważ następujące współczynniki tarcia  $f$ : a) 0; b) 0,02; c) 0,1; d) 0,5. W każdym przypadku wykonaj wykres  $\alpha(t)$ .

Dodatkowo wyznacz wartość współczynnika tarcia  $f$ , przy której klocek bez przekraczania środka rynny, zatrzyma się na tym środku.

**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 z sposobem zagwarantowania (lub sprawdzenia) właściwej dokładności wyników;
- (iv) wykresy oraz wartości liczbowe, o których mowa w treści zadania
- (v) jakościowe omówienie otrzymanych wyników.

Nie jest dopuszczalne użycie programów do obliczeń symbolicznych lub gotowych programów wyznaczających poszukiwany czas po podaniu toru.

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) dowolnie wybranych zadań doświadczalnych. Za każde z zadań doświadczalnych można otrzymać maksymalnie 40 punktów.

**Zadanie D1.**

Moment siły niezbędny do skrócenia względem siebie dwóch podstaw jednorodnego walca o kąt  $\alpha$  wokół osi walca, wynosi:

$$T = \alpha \frac{JG}{L},$$

przy czym  $L$  oznacza długość walca,  $G$  oznacza moduł Kirchhoffa materiału, z którego był wykonany walec, a  $J$  oznacza tak zwany geometryczny moment bezwładności przekroju walca. Geometryczny moment bezwładności koła o promieniu  $r$  jest równy:

$$J = \frac{1}{2}\pi r^4.$$

Masz do dyspozycji:

- drut miedziany o średnicy 0,1 mm,
- makaron spaghetti (nieugotowany),
- wagę kuchenną o rozdzielczości 1 g,
- stoper,
- linijkę,
- statyw,
- taśmę klejącą.

Wyznacz moduł Kirchhoffa miedzi.

**UWAGA 1:** Jeśli nie posiadasz wagi kuchennej, możesz wykorzystać informację o masie netto na opakowaniu makaronu.

**UWAGA 2:** Jeśli nie możesz zdobyć samodzielnie drutu, prześlij do 21 października na adres KGOF zaadresowaną do siebie kopertę ze znaczkami. KGOF odeśle Ci drut.

**Zadanie D2.**

Masz do dyspozycji:

- smartfon z akcelerometrem oraz z aplikacją umożliwiającą rejestrowanie i zapisywanie wektora przyspieszenia smartfonu,
- krawiecką taśmę mierniczą,
- wagę łazienkową,
- taśmę klejącą.

Wyznacz maksymalną chwilową moc mechaniczną mięśni swoich nóg (albo nóg wybranej osoby) podczas pionowego skoku z miejsca.

**WSKAZÓWKA:** Przykładowa aplikacja działająca w systemach operacyjnych Android oraz iOS, umożliwiająca zapis zebranych danych pomiarowych do pliku: „phyphox” (<https://phyphox.org/>).

**UWAGA 1:** Zwróć uwagę, jaką wielkość fizyczną wyświetla aplikacja, której używasz. Smartfony wyposażone są w akcelerometr opierający się na pomiarze siły działającej na element czujnika. W przypadku spoczywającego smartfonu wynikiem pomiaru jest wektor przyspieszenia ziemskiego.

Często jednak smartfony wyświetlają przyspieszenie telefonu względem układu związanego z powierzchnią ziemi. Ta wielkość jest obliczana na podstawie wskazań akcelerometru oraz orientacji telefonu, otrzymanej z wskazań żyroskopu (miernika przyspieszenia kąтового).

**UWAGA 2:** Analizę zebranych danych, niezbędne obliczenia oraz wykresy możesz wykonać przy użyciu komputera. Rozwiązanie powinno wtedy zawierać również opis zastosowanego algorytmu oraz opis kodu programu (lub np. arkusza kalkulacyjnego) użytego do rozwiązania.

**Zadanie D3.**

Masz do dyspozycji:

- baterię alkaliczną typu LR03 (AAA),
- woltomierz,
- trzy oporniki o oporze  $10\ \Omega$  każdy,
- przewody połączeniowe, na przykład ze złączem krokodylkowym, niezbędne do zestawienia układu pomiarowego.

W pewnym zakresie wartości natężenia prądu płynącego przez baterię zależność napięcia  $U$  baterii od płynącego przez nią prądu  $I$  jest liniowa:

$$U = \varepsilon - I \cdot R_w,$$

gdzie  $\varepsilon$  - siła elektromotoryczna, a  $R_w$  - opór wewnętrzny baterii. Wyznacz  $\varepsilon$  oraz  $R_w$ .

**UWAGA 1:** Nie dopuszczaj do przepływu prądu przez baterię przez długi czas. Parametry baterii mogą się zmieniać, np. w wyniku jej nagrzewania.

**UWAGA 2:** Jeśli nie możesz zdobyć samodzielnie oporników, prześlij do 21 października na adres KGOF zaadresowaną do siebie kopertę ze znaczkami. KGOF odeśle Ci kilka oporników.