

# LXVIII OLIMPIADA FIZYCZNA

## ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

### CZĘŚĆ II

Rozwiązania zadań I stopnia należy przysyłać do **Okręgowych Komitetów Olimpiady Fizycznej** w terminach: część I — do 12 października b.r., część II — do 16 listopada b.r. O kwalifikacji do zawodów II stopnia będzie decydować suma punktów uzyskanych za rozwiązania zadań części I i II.

**Przed wysłaniem rozwiązań prosimy o zarejestrowanie się na stronie internetowej <http://www.kgof.edu.pl/rejestracja>.**

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 sugestie 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 fałszowanie, 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.

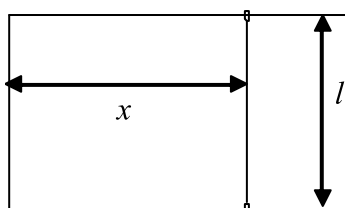
## ZADANIA CZĘŚCI II (termin wysyłania rozwiązań — 16 listopada 2018 r.)

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.



Rys. do zad. T1.

Ramka z ruchomą i poruszającą się bez tarcia poprzeczką znajduje się w prostopadłym do ramki jednorodnym polu magnetycznym, którego indukcja zależy od czasu zgodnie ze wzorem  $B = B_0 \sin \omega t$ . Masa poprzeczki wynosi  $m$ , jej długość  $l$ , opór elektryczny  $R$ . Opór elektryczny nieruchomej części ramki jest pomijalnie mały.

Oblicz amplitudę drgań poprzeczki wiedząc, że jej średnia odległość od lewego boku ramki jest równa  $x_0$ .

Przyjmij, że szukana amplituda jest znacznie mniejsza od  $x_0$ . Pomiń pole magnetyczne pochodzące od prądu płynącego w ramce. Pomiń zmiany powierzchni ograniczonej ramką i poprzeczką.

## Zadanie T2.

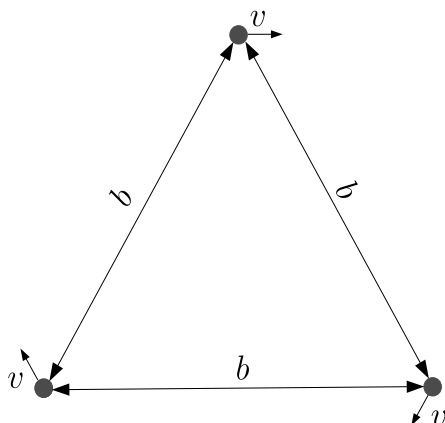
Grawitacja zmienia kierunek promieni świetlnych, co może dawać efekt podobny do skupiania promieni przez soczewkę. Dzięki soczewkowaniu grawitacyjnemu zaobserwowano gwiazdę odległą od Ziemi o  $d = 9$  miliardów lat świetlnych, co odpowiada krańcom obserwowanego Wszechświata. Przyczyną tego soczewkowania jest gromada galaktyk MACS J1149+2223, która leży w przybliżeniu w połowie odległości od zaobserwowanej gwiazdy. Soczewkowanie zwiększa obserwowaną jasność około 1000 razy, a szacowany promień tej gwiazdy to  $R = 1000$  promieni Słońca. Porównajmy soczewkowanie grawitacyjne do działania zwykłej soczewki szklanej.

Przyjmijmy, że w miejscu, gdzie znajduje się gromada galaktyk, znajduje się cienka soczewka optyczna. Ogniskowa tej soczewki jest taka, że obraz gwiazdy tworzy się między Ziemią a gromadą galaktyk w odległości od Ziemi znacznie większej od promienia gwiazdy, ale znacznie mniejszej od  $d$ . Wyznacz średnicę  $D$  tej soczewki.

Porównaj otrzymaną wartość  $D$  z typowymi rozmiarami galaktyk.

## Zadanie T3.

Trzy małe ciała o masie  $m$  każde znajdują się w przestrzeni kosmicznej z dala od innych obiektów, początkowo w wierzchołkach trójkąta równobocznego o boku  $b$ . W chwili początkowej prędkość każdego ciała wynosi  $v$  i jest równoległa do boku przeciwległego do danego wierzchołka – patrz rysunek.



Rys. do zad. T3.

Wyznacz minimalną odległość, na jaką ciała zbliżą się do siebie.

#### Zadanie T4 – numeryczne.

Agent J. B. ma za zadanie dostarczenie przesyłki z punktu A do odległego od niego o  $a = 2$  km punktu B. Aby temu przeszkodzić, zły dr N. umieścił w punkcie C silne źródło promieniowania gamma. Odległość AC jest równa odległości BC i jest równa  $a$ . Źródło promieniuje izotropowo i między nim a agentem nie ma niczego, co pochłania to promieniowanie.

Wiedząc o tym, agent postanawia przedostać się z A do B po łuku okręgu omijającym punkt C. Wyznacz numerycznie z dokładnością do 50 m, jaki powinien być promień tego okręgu, aby agent J. B. otrzymał najmniejszą możliwą dawkę promieniowania.

Prędkość agenta jest stała i nie zależy od promienia okręgu. Dawka promieniowania, jaką agent pochłania w jednostce czasu, zależy tylko od jego odległości od źródła promieniowania.

#### Uwagi:

Zadanie można rozwiązać stosując zaawansowane metody matematyczne, jednak oczekujemy rozwiązania numerycznego zarówno jeśli chodzi o wyznaczenie dawki, jaką agent otrzyma przy założonym promieniu okręgu, jak i znalezienie optymalnego promienia okręgu.

Rozwiązanie powinno zawierać: wzory używane w rozwiązaniu (wraz z wyprowadzeniem lub uzasadnieniem), opis zastosowanego algorytmu, opis kodu programu (lub np. arkusza kalkulacyjnego) użytego do rozwiązania wraz ze sposobem zagwarantowania (lub sprawdzenia) właściwej dokładności wyniku.

Nie jest dopuszczalne użycie programów do obliczeń symbolicznych lub gotowych programów wyznaczających całki bądź minima numerycznie.

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.**

Mając do dyspozycji:

- naczynie z przezroczystymi ściankami wypełnione do  $3/4$  wysokości wodą, na której znajduje się ok. 10 mm warstwa oleju rzepakowego,
- linijkę,
- paski papieru milimetrowego o szerokości ok. 5 mm,
- olej rzepakowy (taki sam, jak użyty do utworzenia początkowej warstwy oleju w szklance), który można dolewać do szklanki,
- wskaźnik laserowy o mocy ok. 1-5 mW, do wyboru czerwony lub zielony, przy czym należy jasno podkreślić, który został użyty,

wyznacz względny współczynnik załamania użytego światła laserowego na granicy olej-woda.

**Zadanie D2.**

Mając do dyspozycji:

- emaliowany drut miedziany o średnicy (0,1 – 0,15)mm,
- smartfon z czujnikiem typu magnetometr lub kompas, umożliwiającym pomiar wartości indukcji pola magnetycznego,
- nożyczki lub nożyk,
- taśmę mierniczą,
- taśmę klejącą,
- papier milimetrowy,
- baterię alkaliczną AA o napięciu nominalnym 1,5 V

wyznacz dla użytego drutu opór na jednostkę długości.

Do rozwiązania zadania dołącz 20-centymetrowy odcinek wykorzystanego drutu.

Uwagi:

1. Przyjmij, że siła elektromotoryczna baterii jest równa jej napięciu nominalnemu.
2. Aby przeciwdziałać zbyt szybkiemu rozładowaniu baterii nie zwieraj jej odcinkiem drutu krótszym niż 1 m.

3. Większość współczesnych smartfonów posiada odpowiedni czujnik, chociaż odczyt liczbowej wartości pola magnetycznego może wymagać zainstalowania odpowiedniej aplikacji. Przykładowe odnośniki znajdują się na stronie [www.kgof.edu.pl/extra/magn](http://www.kgof.edu.pl/extra/magn).
4. Sensor pola magnetycznego ma niewielki rozmiar i w różnych modelach smartfonów jest zlokalizowany w różnych miejscach. Wyznaczenie jego położenia — o ile jest ono istotne dla danej metody rozwiązania zadania — powinno być również elementem rozwiązania.

### Zadanie D3.

Mając do dyspozycji:

- ludzki włos o długości 35–40 cm,
- papier milimetrowy,
- 15 spinaczy biurowych o znanej masie,
- dwa statywy lub inne elementy umożliwiające zamocowanie włosa,

wyznacz współczynnik sprężystości włosa  $\lambda = k \cdot L_0$  taki, że siła naciągu włosa  $F = k \cdot \Delta L$ , zaś  $L_0$  i  $\Delta L$  oznaczają odpowiednio długość swobodną i wydłużenie włosa.