

# LXVII OLIMPIADA FIZYCZNA

## ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

### CZĘŚĆ II

Rozwiązania zadań I stopnia należy przysyłać do **Okręgowych Komitetów Olimpiady Fizycznej** w terminach: część I — do 13 października b.r., część II — do 17 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 — 17 listopada 2017 r.)

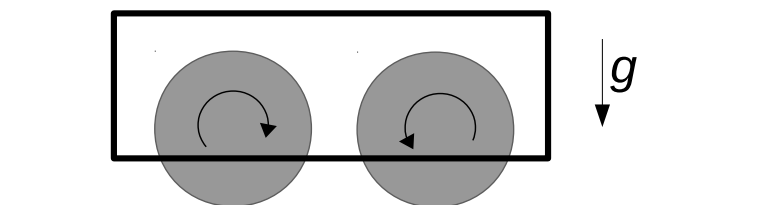
Uwaga: Rozwiązanie każdego zadania powinno być napisane na oddzielnym arkuszu papieru podaniowego. Na każdym arkuszu należy umieścić identyfikator otrzymany w trakcie rejestracji oraz nazwisko i imię autora pracy. Na pierwszym arkuszu pracy dodatkowo należy podać adres e-mail autora pracy oraz nazwę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

Froterka o masie  $m$  zawiera dwie identyczne walcowe szczotki o promieniu  $R$  umieszczone symetrycznie względem środka masy froterki. Szczotki obracają się w przeciwne strony z prędkością kątową  $\omega$ , a ich osie są równoległe i poziome. Współczynnik tarcia szczotek o podłoże wynosi  $\mu$ .



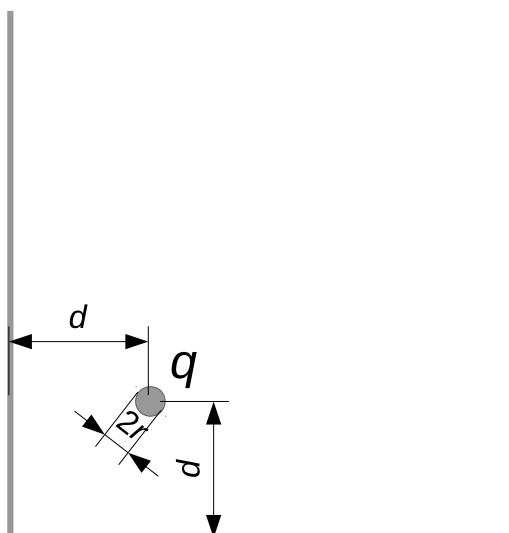
Układ znajduje się w prostopadłym do podłoża polu grawitacyjnym  $g$ .

Jaką poziomą siłą należy działać na froterkę, aby przesuwać ją ze stałą prędkością  $v$  względem podłoża:

- prostopadle do osi obrotu szczotek?
- równoległe do osi obrotu szczotek?

## Zadanie T2.

Metalową kulkę o promieniu  $r$  umieszczono w narożniku między dwiema nieskończonymi metalowymi i uziemionymi płytami, stykającymi się krawędziami – patrz rysunek. Kąt między płytami wynosi  $90^\circ$ , a odległość kulki od każdej z płyt jest równa  $d$ , przy czym  $d \gg r$ . Kulka jest naładowana takim ładunkiem, że napięcie między kulką a płytami wynosi  $U$ .

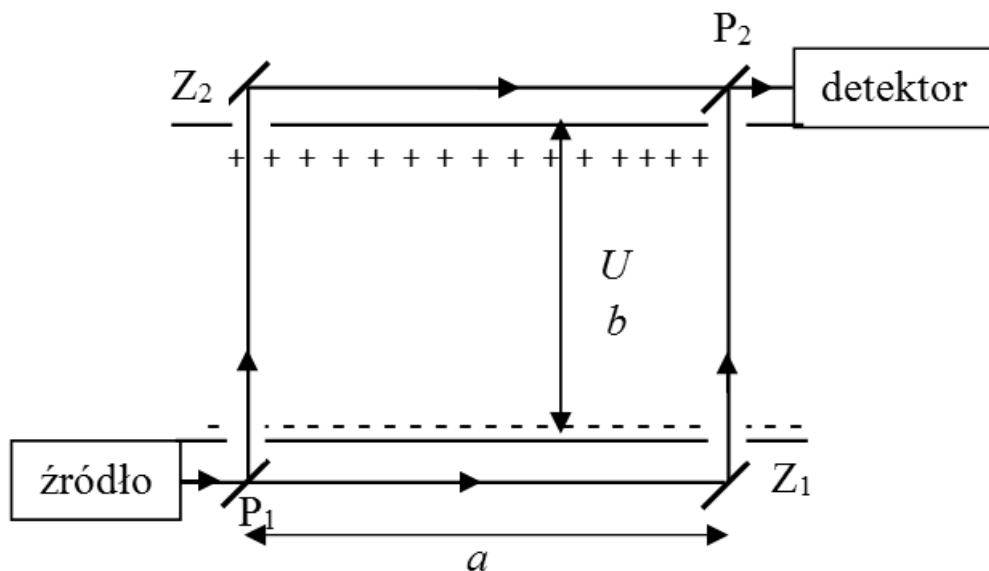


Wyznacz siłę działającą na kulkę.

Wskazówka 1: Gdy w odległości  $d$  od pojedynczej, nieskończonej, uziemionej płyty metalowej znajduje się ładunek punktowy  $q$ , to na tej płycie indukuje się ładunek elektryczny. W półprzestrzeni w której znajduje się ładunek  $q$ , pole elektryczne wyindukowanego ładunku jest takie, jakby pochodziło od punkowego ładunku  $-q$  położonego symetrycznie do ładunku  $q$  względem płyty (jest to tzw. „ładunek obrazowy”), gdyż tylko w takiej sytuacji potencjał płyty jest równy 0.

Wskazówka 2: patrz logo Olimpiady Fizycznej.

### Zadanie T3.



Na rysunku przedstawiono schemat interferometru, w którym wiązka nierelatywistycznych elektronów o energii kinetycznej  $E$  pada na płytkę półprzepuszczalną  $P_1$ , skąd część wiązki biegnie dalej drogą  $P_1-Z_1-P_2$ , a część – drogą  $P_1-Z_2-P_2$ . Za płytką półprzepuszczalną  $P_2$  (identyczną z  $P_1$ ) rozdzielone wiązki nakładają się, a obraz interferencyjny jest rejestrowany przez detektor. W części obszaru od płytek  $P_1, Z_1$ , do płytek  $Z_2, P_2$  występuje stałe pole elektryczne,

równoległe do dróg od  $P_1$  do  $Z_2$  oraz  $Z_1$  do  $P_2$ , w wyniku czego na tych drogach energia kinetyczna elektronów zmienia się. Napięcie między obszarem  $Z_2$ – $P_2$ –detektor a obszarem źródło– $P_1$ – $Z_1$  wynosi  $U$  i jest nieujemne. Długości odcinków  $P_1$ – $Z_1$  oraz odcinków  $Z_2$ – $P_2$  są takie same i wynoszą  $a$ . Długości odcinków  $P_1$ – $Z_2$  oraz  $Z_1$ – $P_2$  są takie same, a droga każdej z wiązek w polu elektrycznym wynosi  $b$ .

Dla jakiej najmniejszej wartości  $U > 0$  natężenie wiązki rejestrowane przez detektor jest równe 0 ?

Wiązkę elektronów potraktuj jako falę de Broglie'a. Płytki półprzepuszczalne rozdzielają tę falę.

Ładunek elektronu oznacz przez  $-e$ , jego masę przez  $m$ . Stała Plancka to  $h$ .

#### Zadanie T4 – numeryczne.

Punktowe ciało o masie  $m$  oraz o ładunku  $q$  porusza się w płaszczyźnie  $x$ - $y$  w stałym polu magnetycznym, które w tej płaszczyźnie ma kierunek osi  $z$ , a jego wartość zależy od współrzędnej  $y$  zgodnie ze wzorem

$$B = B_0(1 + ay),$$

gdzie  $B_0$  oraz  $a$  są stałymi.

W chwili początkowej  $t = 0$ ,  $x = 0$ ,  $y = 0$ ,  $v_x = 0$ ,  $v_y = v_{y0} = 100 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

Wyznacz numerycznie tory ruchu tego ciała w przedziale czasu od 0 do 0,1 s i przedstaw je graficznie dla następujących wartości stałych:  $m = 5,1 \cdot 10^{-26}$  kg,  $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C,  $B_0 = 3,0 \cdot 10^{-5}$  T oraz  $a$  równych: 0, 0,1  $\text{m}^{-1}$ , 0,2  $\text{m}^{-1}$ , 0,5  $\text{m}^{-1}$ , 1,0  $\text{m}^{-1}$ .

#### Uwaga:

Rozwiązanie powinno zawierać: wzory używane w rozwiązaniu (wraz z wyprowadzeniem lub uzasadnieniem, jeśli nie są to wzory podane w treści zadania), opis zastosowanego algorytmu, opis kodu programu (lub np. arkusza kalkulacyjnego) użytego do rozwiązania wraz ze sposobem zagwarantowania (lub sprawdzenia) właściwej dokładności wyników, wykres toru (dokładnie dla czasu podanego w treści zadania) dla każdej z podanych wartości  $a$  oraz jakościowe omówienie otrzymanych wyników. Na wykresach powinny znajdować się osie  $x$  oraz  $y$  wraz z zaznaczoną skalą właściwą dla rozpatrywanego zagadnienia.

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

**Zadanie D1.**

Różne źródła światła mają różne widma – natężenie światła emitowanego przez dane źródło silnie zależy od długości fali. Niech  $C_x = I_{c_x} / I_{n_x}$ , gdzie  $I_{c_x}$  oznacza natężenie długofalowej (czerwonej) części widma widzialnego emitowanego przez źródło  $x$ , a  $I_{n_x}$  to natężenie krótkofalowej (niebieskiej) części tego widma.

Mając do dyspozycji:

- dwie lampy, jedną wyposażoną w tradycyjną żarówkę (żarówką, z włóknem wolframowym) o mocy od 10 W do 40 W, a drugą wyposażoną w diody elektroluminescencyjne (LED),
- dwa kawałki kolorowego papieru barwionego w całej jego objętości (niemalowanego), jeden czerwony, a drugi niebieski (np. samoprzylepne karteczki do drobnych notatek),
- olej (np. spożywczy),
- taśmę mierniczą lub centymetr krawiecki,

wyznacz stosunek  $\frac{C_t}{C_l}$ , gdzie  $C_t$  i  $C_l$  to zdefiniowany powyżej stosunek  $C_x$  dla, odpowiednio, tradycyjnej żarówki i źródła światła z diodami LED, a wielkości  $I_{c_x}$  oraz  $I_{n_x}$  występujące w definicji stosunku  $C_x$  oznaczają natężenie tej części widma widzialnego emitowanego przez źródło  $x$ , która nie jest absorbowana przez użyty kawałek papieru, odpowiednio, czerwony i niebieski.

**Uwagi:**

1. W rozwiązaniu podaj nazwę producenta i modelu użytej żarówki i źródła światła z diodami LED.
2. Do rozwiązania dołącz niezabrudzone olejem kawałki kolorowego papieru, jaki był użyty w doświadczeniu.
3. Do wykonania doświadczenia wybierz lampę LED o temperaturze barwowej z zakresu 2600 K – 3100 K.

**Zadanie D2.**

Mając do dyspozycji:

- odkurzacz z rurą ssącą o końcówce w kształcie okręgu,
- piłeczkę o średnicy większej niż średnica wewnętrzna rury odkurzacza (np. piłeczkę do tenisa stołowego),
- wagę kuchenną,
- sypki materiał (np. piasek lub cukier),
- plastikową torebkę lub butelkę,
- linijkę,
- nożyczki, taśmę klejącą, sznurek lub mocną nić,

wyznacz wartość największego podciśnienia, jakie jest w stanie wytworzyć użyty odkurzacz.

**Uwagi:**

1. W rozwiązaniu podaj nazwę producenta i modelu użytego odkurzacza.
2. Pamiętaj, że rura pracującego odkurzacza nie powinna być zbyt długo zatkana, może to prowadzić do uszkodzenia urządzenia.

**Zadanie D3.**

Mając do dyspozycji:

- cylindryczne naczynie o płaskim dnie (np. garnek) o średnicy co najmniej 15 cm, wypełnione do połowy wodą,
- stoper,
- pipetę,
- kamerę lub aparat fotograficzny z możliwością nagrywania filmów,
- linijkę,

wyznacz długość i prędkość fali powstałej na powierzchni wody w wyniku upuszczenia kropli do naczynia.