

LXXV OLIMPIADA FIZYCZNA

ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

CZĘŚĆ II

Rozwiązania zadań drugiej części I stopnia należy przysyłać do właściwego ze względu na adres szkoły **Okręgowego Komitetu Olimpiady Fizycznej** w terminie do 14 listopada b.r. Zadania należy przysyłać w formie papierowej lub w formie elektronicznej poprzez platformę internetową. 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 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 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 — 14 listopada 2025 r.)

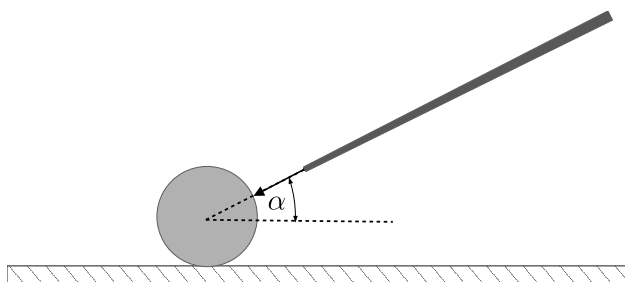
Uwaga: Rozwiązanie każdego zadania powinno być napisane na oddzielnym arkuszu papieru podaniowego. Na każdym arkuszu należy umieścić identyfikator otrzymany w trakcie rejestracji oraz nazwisko i imię autora pracy. Na pierwszym arkuszu pracy dodatkowo należy podać adres e-mail autora pracy oraz nazwę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

Na płaskim, poziomym stole bilardowym spoczywa jednorodna, kulista bila. Bilardzista uderza ją kijem w taki sposób, że kij nachylony jest pod kątem $\alpha \in (0, \pi/2)$ do poziomu, a prosta będąca przedłużeniem kija przechodzi przez środek bili (patrz rysunek).



Wyznacz minimalny współczynnik tarcia statycznego μ między bilą a stołem, przy którym nie nastąpi poślizg bili.

Przyjmij, że uderzenie trwa na tyle krótko, że ciężar bili jest zaniedbywalny w porównaniu z siłą, z jaką kij działa na bilę. Ponadto siła ta jest cały czas skierowana wzdłuż kija (oznacza to zatem, że tarcie kija o bilę jest pomijalnie małe). Moment bezwładności jednorodnej kuli o masie M i promieniu r względem środka masy wynosi $I = 2Mr^2/5$. Przyjmij, że w trakcie uderzenia bila nie odskakuje od stołu.

Zadanie T2

Kulisty, metalowy zbiornik o promieniu r jest wypełniony mieszaniną wody o masie m_w i temperaturze $t_1 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ z lodem o masie m_L i tej samej temperaturze. Zbiornik jest otoczony jednorodnym materiałem izolacyjnym o stałej grubości i współczynniku przewodnictwa cieplnego k , tak, że całość tworzy kulę o promieniu R . Temperatura na zewnątrz kuli, a jednocześnie na zewnętrznej powierzchni izolatora wynosi t_2 (przy czym $t_2 > t_1$) i nie zmienia się w czasie. Wyznacz czas, po jakim cały lód ulegnie roztopieniu.

Topnienie lodu przebiega tak wolno, że woda jest stale z nim w równowadze termodynamicznej. Ciepło topnienia lodu wynosi q , a ciepło właściwe wody c . Ciśnienie wody nie ulega zmianie, a zmiany objętości wody z lodem można pominąć.

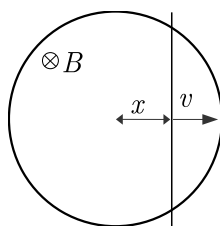
Współczynnik przewodnictwa cieplnego k jest zdefiniowany następująco:

Dla ustalonego przepływu ciepła przez ciało w kształcie prostopadłościanu o wymiarach $a \times b \times d$, przy czym $a, b \gg d$, które nie gromadzi ani nie wydziela ciepła, przewodzącego ciepło między przeciwległymi ściankami 1 oraz 2 o wymiarach $a \times b$, których temperatury wynoszą odpowiednio T_1 oraz T_2 , ilość ciepła Q przekazanego od ścianki 2 do ścianki 1 w ciągu czasu τ jest dana wzorem

$$Q = k \cdot ab \frac{T_2 - T_1}{d} \tau.$$

Zadanie T3

Wykonany z przewodnika o oporności na jednostkę długości λ , sztywny okrąg o promieniu r znajduje się w prostopadłym do jego powierzchni zewnętrznym, stałym polu magnetycznym o indukcji B . Okrąg styka się z prostoliniowym przewodnikiem (prętem) o długości $2r$. Opór elektryczny prostoliniowego przewodnika jest pomijalnie mały. Prostoliniowy przewodnik przesuwany się po okręgu ze stałą prędkością v .



Wyznacz natężenie prądu płynącego przez ten przewodnik, gdy znajduje się on w odległości x od środka okręgu. Pomiń pole magnetyczne pochodzące od prądów płynących w rozważanym obwodzie.

Zadanie T4 - numeryczne

Tenisistka uderza piłkę o masie m oraz promieniu r znajdującą się w momencie uderzenia na wysokości h_0 nad powierzchnią kortu, w odległości d od siatki. Chce ona by piłka przeleciała nad siatką i uderzyła po jak najkrótszym czasie (od momentu uderzenia) w róg kortu, w odległości a od siatki. Wysokość siatki jest stała i równa h_s , a szerokość kortu (i zarazem długość siatki) wynosi b . W momencie uderzenia piłka jest w takiej samej odległości od bocznych linii kortu. Przyjmij, że przyspieszenie grawitacyjne wynosi $g = 9,81\text{ m/s}^2$. Siła oporu powietrza działająca na piłkę jest dana wzorem $F_R = c\pi r^2 \rho v^2 / 2$ i jest skierowana przeciwnie do prędkości środka

piłki $\vec{v}$ względem powietrza; c oznacza stałą oporu aerodynamicznego dla kuli, ρ gęstość powietrza. Zakładamy, że powietrze jest nieruchome względem kortu. Przyjmij, że uderzenie jest natychmiastowe. Piłka się nie obraca.

Przyjmując $d = 6,0$ m, $h_s = 1,0$ m, $a = 12,0$ m, $b = 11,0$ m, $m =$, $r = 0,0325$ m, $\rho = 1,2$ kg/m³, $m = 0,058$ kg, $c = 0,45$ dla dwóch wartości h_0

a) $h_0 = 0$ m (tzn. tak naprawdę tuż nad powierzchnią kortu; zakładamy że nawet w takiej sytuacji tenisistka potafi odpowiednio uderzyć piłkę),

b) $h_0 = h$,

wyznacz numerycznie ten najkrótszy czas oraz prędkość początkową piłki. W obu przypadkach zrób odpowiedni wykres toru (w płaszczyźnie tego toru), z zaznaczeniem siatki.

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

Masz do dyspozycji:

- płaską, pionową, blaszaną ściankę, do której przyczepiają się magnesy (na przykład ściankę lodówki),
- płaski magnes na lodówkę, z taśmą magnetyczną o rozmiarach kilku centymetrów, np. taki jak w sklepie z pamiątkami (patrz zdjęcie),
- półlitrową butelkę z tworzywa sztucznego (np. po wodzie mineralnej),
- wodę (przyjmij gęstość wody $1,00 \text{ g/cm}^3$),
- strzykawkę o objętości 10 ml,
- typowy papier do drukarki o gramaturze 80 g/m^2 ,
- przynajmniej jednorazowy dostęp do małej elektronicznej wagi kuchennej o rozdzielczości 1-2 g,
- nożyczki,
- taśmę klejącą,
- odcinek cienkiego drutu miedzianego, o długości 20-30 cm.

Doświadczalnie sprawdź w możliwie szerokim zakresie, który z dwóch poniższych wzorów lepiej opisuje zależność siły F przyciągania magnesu od odległości x między powierzchniami ścianki i magnesu:

a) $F = F_0 e^{-kx}$,

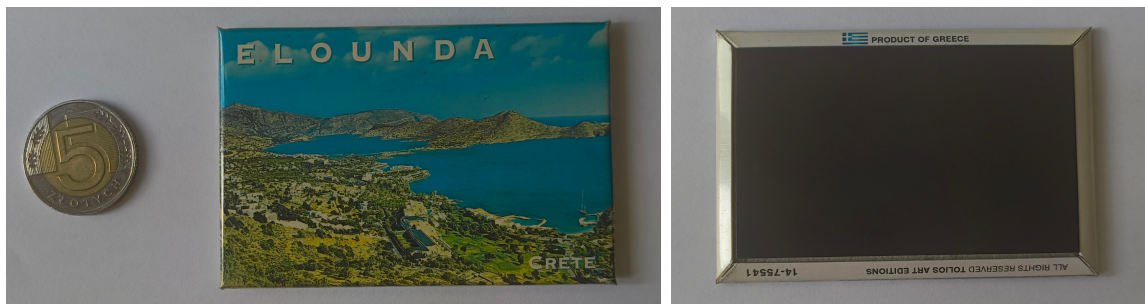
b) $F = Ax^{-k}$.

W powyższych wzorach F_0 , A oraz k są pewnymi dodatnimi stałymi. Dla wzoru, który lepiej opisuje badaną zależność, wyznacz wartość stałej k .

Uwaga 1: wybierając magnes, weź możliwie silny.

Uwaga 2: przyjmij, że kartka typowego papieru do drukarki ma grubość 0,1 mm.

Uwaga 3: załóż, że papier nie modyfikuje pola magnetycznego.



Przykładowy magnes (awers i rewers)

Zadanie D2

Masz do dyspozycji:

- pustą puszkę metalową po napoju,
- koc termoizolacyjny używany w ratownictwie, który ma jedną stronę złotą, a drugą – srebrną,
- kawałki taśmy samoprzylepnej do mocowania elementów doświadczenia,
- termometr umożliwiający odczyt temperatury z rozdzielczością $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, w zakresie temperatur, w którym woda jest cieczą,
- stoper lub zegarek,
- korkową podstawkę pod gorące przedmioty lub płaski kawałek styropianu,
- dostęp do gorącej wody.

Wyznacz stosunek szybkości przepływu ciepła przez jednostkową powierzchnię koca termicznego do otaczającego powietrza zmierzonych dla dwóch ułożeń koca – stroną złotą i stroną srebrną na zewnątrz, dla temperatury koca $36,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Doświadczenie wykonaj w pomieszczeniu o temperaturze pokojowej. Podaj tę temperaturę w rozwiązaniu.

Zadanie D3

Przyjmij, że na małą (o promieniu z zakresu od $0,15\text{ cm}$ do $0,5\text{ cm}$) kroplę oleju poruszającą się w wodzie działa siła oporu zwrócona przeciwnie do prędkości poruszania kropli. Siła ta ma wartość zadaną wzorem

$$F = A(rv)^{\alpha},$$

gdzie r jest promieniem kropli, v prędkością poruszania się kropli, natomiast A i α to pewne dodatnie stałe.

Masz do dyspozycji:

- przezroczystą butelkę z tworzywa sztucznego (np. po wodzie mineralnej),
- wodę,
- olej spożywczy (np. słonecznikowy),
- linijkę,
- strzykawkę z cienką igłą (np. o średnicy $0,5\text{ mm}$),
- smartfon z możliwością nagrywania wideo o znanej liczbie klatek na sekundę,
- statyw lub inną konstrukcję umożliwiającą nieruchome umocowanie smartfonu.

Wyznacz wykładnik α w powyższej zależności. Przyjmij, że kropla oleju poruszająca się w wodzie ma kształt kuli.