

LXXVI 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 13 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 — 13 listopada 2026 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

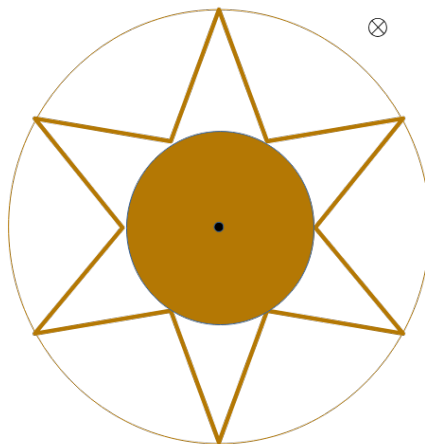
Ze stacji kosmicznej krążącej po kołowej orbicie w odległości r_1 od środka Ziemi wystrzelono kapsułę z bardzo ważną przesyłką. Jaka powinna być (względem stacji) minimalna prędkość kapsuły, aby dotarła ona co najmniej do górnych warstw atmosfery ziemskiej, znajdujących się w odległości r_2 od środka Ziemi? Rozważ następujące dwie sytuacje:

- a) kapsułę wystrzelono w kierunku środka Ziemi, tzn. wektor prędkości kapsuły w układzie stacji był skierowany w stronę środka Ziemi
- b) kapsułę wystrzelono przeciwnie do kierunku ruchu orbitalnego stacji.

Pomiń grawitacyjne oddziaływanie kapsuły ze stacją, oraz wpływ pozostałych ciał niebieskich. Masa kapsuły jest pomijalna w porównaniu z masą stacji.

Zadanie T2

Rozważmy silnik, którego wirnik ma kształt płaskiej gwiazdy szeryfa i znajduje się w prostokątnym do jego płaszczyzny polu magnetycznym o indukcji B – patrz rysunek.



Ramiona gwiazdy są zrobione z cienkich protoliniowych drutów, każdy o oporze elektrycznym r . Zewnętrzny okrąg ma promień a , a wewnętrzne koło promień b . Między zewnętrznym okręgiem, a wewnętrznym kołem jest stałe napięcie U . Aby pokonać opory ruchu, na wirnik musi działać moment siły M_0 , który nie zależy od prędkości obrotowej.

Wyznacz

- maksymalną prędkość obrotową wirnika (na „biegu jałowym” – gdy nie jest mechanicznie z niczym połączony)
- przy pominięciu M_0 maksymalną moc, z jaką rozważany silnik może napędzać zewnętrzne urządzenia oraz prędkość obrotową w tym przypadku.

Zarówno zewnętrzny okrąg jak i wewnętrzne koło są wykonane z doskonale przewodzących materiałów.

Zadanie T3

W jednej linii umieszczone są: małe, izotropowe źródło światła, cienka soczewka oraz ekran. Odległość między źródłem a ekranem jest stała i wynosi l , natomiast soczewkę można przesuwąć. Ustalono, że ostry obraz źródła na ekranie powstaje przy dwóch różnych położeniach soczewki, przy czym stosunek całkowitej jasności obrazów (całkowitej ilości światła wysyłanego przez obraz) w obu przypadkach jest równy r . Wyznacz długość ogniskowej soczewki.

Zadanie T4 - numeryczne

W ramach misji „prosto na Księżyc” wystrzelono w kierunku Księżyca rakietę, tak, że po wyłączeniu silników, na wysokości 130 km nad powierzchnią Ziemi (6500 km od środka Ziemi) znajdowała się ona dokładnie na osi środek Ziemi – środek Księżyca, jej prędkość była skierowana wzdłuż tej osi, a jej wartość była równa 11 km/s. W konkurencyjnej misji „na Księżyc pod kątem” wystrzelono taką samą rakietę, i w taki sam sposób, ale początkowo wektor prędkości rakiety tworzył z osią Księżyc-Ziemia kąt $\alpha_0 = 40^\circ$ ($\alpha_0 > 0$ oznacza zgodność z kierunkiem ruchu orbitalnego Księżyca względem Ziemi) i znajdował się w płaszczyźnie obiegu Księżyca wokół Ziemi. W obu przypadkach początkowa prędkość była skierowana radialnie w stosunku do środka Ziemi. W obu przypadkach wyznacz numerycznie tor odpowiadający poruszaniu się tej rakiety aż do chwili $T = 10$ dni lub momentu uderzenia w Księżyc lub Ziemię i zrób wykresy każdego z torów: raz w układzie obracającym się razem z Księżycem, raz w układzie nieobracającym się względem gwiazd stałych. W każdym z przypadków wyznacz minimalną odległość rakiety od środka Księżyca, oraz chwilę w której to nastąpiło oraz zaznacz na wykresie położenie środka Księżyca oraz rakiety w chwili maksymalnego zbliżenia.

Pomiń oddziaływanie grawitacyjne innych ciał niebieskich, tzn. przyjmij, że w całym obszarze w którym porusza się rakieta pole grawitacyjne od tych zewnętrznych ciał jest stałe i jednorodne (tzn. nie ma wpływu na ruch rakiety względem Ziemi i Księżyca).

Przyjmij, że Księżyc krąży wokół środka Ziemi w odległości $R_k = 384399$ km po okręgu ze stałą prędkością kątową, a okres jego obiegu wokół Ziemi wynosi $T_k = 27,321$ dni. Promień Księżyca wynosi $r_k = 1737$ km, a efektywny promień Ziemi (z uwzględnieniem atmosfery) przyjmij równy $r_z = 6470$ km. Stała grawitacyjna jest równa $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s}^2)$.

Uwaga:

Rozwiązanie powinno zawierać:

- (i) wzory używane w rozwiązaniu wraz z wyprowadzeniem lub uzasadnieniem;
- (ii) opis zastosowanego algorytmu;
- (iii) opis kodu programu 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.

Dodatkowo załącz kod wymieniony w punkcie (iii).

Nie jest dopuszczalne użycie programów do obliczeń symbolicznych lub gotowych programów wyznaczających poszukiwany tor lub znajdowanie toru i minimalnej odległości za pomocą sztucznej inteligencji.

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.

Uwaga: Każde nadesłane rozwiązanie zadania doświadczalnego powinno zawierać zdjęcie układu pomiarowego wykorzystanego do przeprowadzenia opisanych w pracy pomiarów. Brak tego elementu rozwiązania skutkował będzie ocenieniem danego rozwiązania na 0 punktów.

Zadanie D1

Masz do dyspozycji:

- szklankę,
- wodę,
- stalową łyżeczkę,
- wagę kuchenną,
- smartfon z możliwością nagrywania dźwięku oraz analizy jego widma.

Szklanka wypełniona wodą po uderzeniu łyżeczką wydaje dźwięk, którego częstotliwość f , dla danej szklanki, zależna jest od masy m znajdującej się w niej wody. Przyjmij, że zależność tę opisuje wzór

$$f = Am^k + f_0,$$

gdzie A , f_0 oraz k są pewnymi stałymi. Wyznacz parametr k .

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

Uwaga 1: W szklankę nie należy uderzać zbyt mocno, aby nie stłuc szkła!

Uwaga 2: Informację o tym, czym jest widmo dźwięku, znajdź w dostępnych Ci źródłach.

Uwaga 3: W rozwiązaniu umieść zdjęcie badanej szklanki.

Zadanie D2

Masz do dyspozycji:

- emaliowany drut miedziany o długości ok. 1 m i średnicy w zakresie 0,2-0,6 mm,
- 8 identycznych baterii o napięciu znamionowym 1,5 V, typu LR44,
- rezystor o znanym oporze z zakresu 40-60 Ω ,
- smartfon z magnetometrem,
- taśmę klejącą,
- folię aluminiową,
- długopis lub ołówek,
- nożyczki do zeskrobania emalii z końców drutu.

Wyznacz opór wewnętrzny pojedynczej, nowej baterii typu LR44.

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

Uwaga 1: Opór wewnętrzny baterii zależy od jej stanu naładowania. Zwróć szczególną uwagę, aby pomiary przeprowadzić z wykorzystaniem nowych baterii.

Uwaga 2: Zwarcie baterii za pomocą niskooporowego elementu powoduje wydzielenie bardzo dużej ilości ciepła w krótkim czasie. Zmiana temperatury elementów zestawu może mieć z kolei wpływ na ich opór. W związku z tym nie należy zwierać baterii na dłużej niż około 1-2 sekundy.

Zadanie D3

Masz do dyspozycji:

- pustą, przezroczystą, szklaną butelkę, której znaczna część ma kształt cylindra,
- miarkę krawiecką,
- linijkę,
- plastelinę do mocowania elementów układu,
- dostęp do okna z widokiem na dalekie obiekty.

Wyznacz grubość ścianki cylindrycznej części butelki.

Uwaga 1: Butelki nie należy tłuc.

Uwaga 2: Użyj butelki o możliwie jednorodnej, gładkiej ścianie.

Uwaga 3: Możesz przyjąć, że znany Ci jest współczynnik załamania światła szkła, z którego wykonana jest butelka. Wartość tego współczynnika wyszukaj w dostępnych Ci źródłach. Wartość ta wraz z jej źródłem powinna zostać podana na początku rozwiązania.