

LXIV OLIMPIADA FIZYCZNA — ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

Rozwiązania zadań I stopnia należy przysyłać do **Okręgowych Komitetów Olimpiady Fizycznej** w terminach: część I — do 10 października b.r., część II — do 14 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 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 sugestię 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.

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

ZADANIA DOŚWIADCZALNE

Należy przesłać rozwiązania dwóch (i tylko dwóch) zadań dowolnie wybranych z trzech podanych zadań doświadczalnych. Za każde zadanie można otrzymać maksimum 40 punktów.

Zadanie D1

Masz do dyspozycji:

- plastikową buteleczkę o pojemności 20 – 50 ml,
- elektroniczny termometr z czujnikiem na kablu,
- wodę demineralizowaną,
- zamrażarkę,
- zegarek,
- folię aluminiową, taśmę klejącą.

Wyznacz ciepło właściwe lodu.

Wskazówki:

1. W otoczeniu o temperaturze T_0 , temperatura T przedmiotu pozostawionego w tym otoczeniu wynosi w chwili t

$$T = T_0 + \Delta T_0 \cdot e^{-t/\tau},$$

gdzie ΔT_0 jest różnicą temperatur przedmiotu i otoczenia w chwili $t = 0$, $e = 2,718\dots$ oznacza podstawę logarytmu naturalnego; $\tau = \alpha \cdot c \cdot m$, c – ciepło właściwe przedmiotu, m – masa przedmiotu, α – pewna stała związana z kształtem i rodzajem powierzchni przedmiotu.

2. Ciepło właściwe wody wynosi $c_W = 4200 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$.

Zadanie D2

Celem doświadczenia jest zbadanie spadania magnesu w pobliżu pionowej powierzchni, do której magnes jest przyciągany. Masz do dyspozycji:

- magnes neodymowy w kształcie kulki o średnicy 5 mm,
- płaską, pionową powierzchnię (np. stalowe drzwi, bok metalowej szafki, drzwi lodówki, itp.),
- papier milimetrowy i linijkę,
- taśmę klejącą,
- książki o różnej grubości.

1. Wyznacz czas t spadania magnesu od momentu jego puszczenia do chwili przyłgnięcia do powierzchni, w zależności od początkowej odległości d magnesu od tej powierzchni. Pomiary wykonaj dla możliwie szerokiego zakresu początkowych odległości.
2. Jeżeli siła przyciągania magnesu do powierzchni jest proporcjonalna do $1/d^k$ (gdzie k jest dodatnią liczbą rzeczywistą), to czas t jest w przybliżeniu proporcjonalny do $d^{(k+1)/2}$. Na podstawie przeprowadzonego eksperymentu wyznacz wartość k .

Przyspieszenie ziemskie wynosi $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. W rozważanej sytuacji wpływ prądów indukowanych na ruch magnesu jest zanedbywalny.

Uwagi:

- Połknięcie magnesu może być bardzo niebezpieczne!
- Jeżeli nie masz możliwości zdobycia takiego magnesu, do 31 października 2014r. przyślij na adres KGOF zaadresowaną do siebie kopertę ze znaczkiem.

Zadanie D3

Pilot do telewizora steruje odbiornikiem za pośrednictwem wiązki niewidzialnego dla oka ludzkiego promieniowania podczerwonego. Mając do dyspozycji

- pilot do telewizora,
- cyfrowy aparat fotograficzny (np. kamerę internetową, aparat w telefonie),
- płytę CD o pojemności 700 MB,
- taśmę klejącą i plastelinę,
- linijkę, papier milimetrowy i nożyczki,

wyznacz długość fali promieniowania podczerwonego wytwarzanego przez pilot. Przyjmij, że odległość między ścieżkami na płycie CD wynosi $d = 1,55 \pm 0,05 \mu\text{m}$.

Wskazówka: Wybierz aparat, który jest czuły na promieniowanie podczerwone, tzn. może je „zobaczyć”, kiedy skieruje się na niego wiązkę z pilota.

Rozwiązanie zadania D2

Część teoretyczna

W rozważanej sytuacji na magnes działają dwie siły: w poziomie – siła przyciągania do powierzchni oraz w pionie – siła przyciągania ziemskiego. Po puszczeniu magnesu z miejsca oddalonego o d od powierzchni jego ruch w pionie będzie spadkiem swobodnym. Jeśli magnesowi nie nadano prędkości początkowej, to do chwili przyłgnięcia do powierzchni pokona on pionowo w dół drogę $y = g \cdot t^2 / 2$, gdzie t jest czasem od momentu puszczenia magnesu do chwili przyłgnięcia. Zatem szukany czas spadania można wyznaczyć mierząc wzdłuż powierzchni drogę y pokonaną w pionie przez magnes:

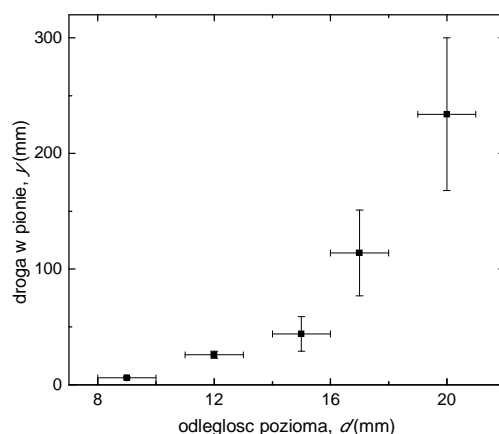
$$t = \sqrt{2y/g}. \quad (1)$$

Część doświadczalna

W przedstawionym rozwiązaniu jako powierzchnię, do której magnes jest przyciągany wykorzystano bok metalowej szafki na dokumenty.

Odległość d magnesu od powierzchni regulowano za pomocą książek o różnej grubości. Najpierw ustalono, że odległość początkowa d nie może być mniejsza niż około 9 mm, gdyż w przeciwnym przypadku trudno jest wyznaczyć drogę y z zadowalającą precyzją. Ponadto pomiary ograniczono do wartości $d \leq 20$ mm, ponieważ dla większych odległości początkowych rozrzut wartości y był zbyt duży.

Pomiary wykonano dla 5 wartości odległości d z zakresu od 9 – 20 mm, dla każdej z nich wykonano 10 prób. Wyniki pomiarów przedstawiono na rysunku poniżej, gdzie pionowe słupki błędów oznaczają zaobserwowany rozrzut wartości drogi y . Poziome słupki błędów odległości d odpowiadają dokładności wyznaczenia grubości użytych książek.

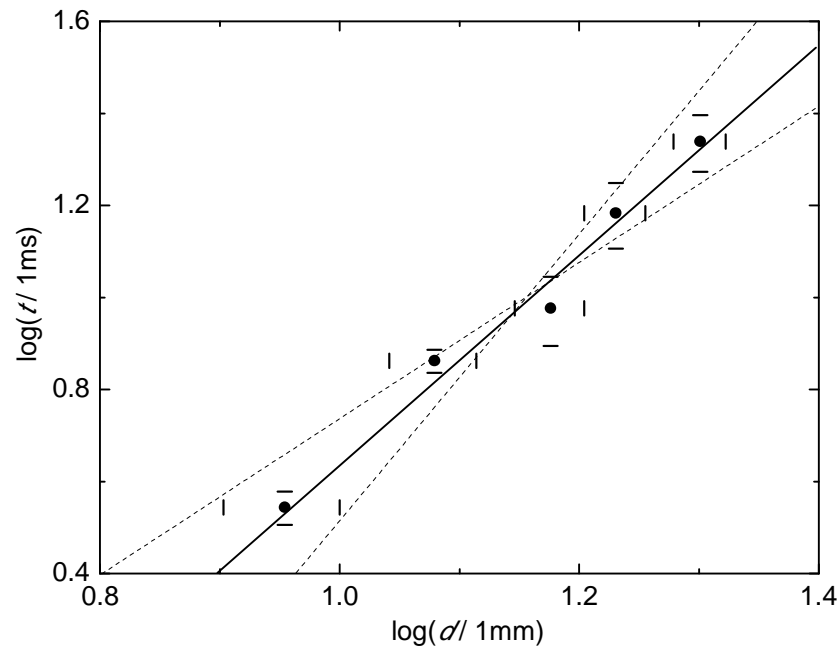


Rys. 1. Zależność drogi y pokonanej w pionie przez magnes od początkowej odległości d .

Następnie korzystając ze wzoru (1) wyznaczono zależność czasu t od odległości d . Logarytmując stronami zależność $t = C \cdot d^{(k+1)/2}$, daną treścią zadania (gdzie C jest pewną stałą), otrzymujemy:

$$\log(t/1 \text{ s}) = \log(C) + (k+1)/2 \cdot \log(d/1 \text{ mm})$$

Zatem w celu wyznaczenia wykładnika $(k+1)/2$ wykreślono wartości logarytmów dziesiętnych z wielkości t i d podzielonych przez ich jednostki:



Rys. 2. Zależność logarytmu naturalnego z czasu spadania magnesu t , wyrażonego w sekundach, od logarytmu naturalnego z początkowej odległości d od powierzchni, wyrażonej w milimetrach.

Wówczas wykładnik $(k+1)/2$ równy jest współczynnikowi nachylenia prostej dopasowanej do danych. Na powyższym wykresie linia ciągła odpowiada najlepszemu dopasowaniu, a linie przerywane określają niepewność dopasowania: $(k+1)/2 = 2,4 \pm 0,7$. Ostatecznie wyznaczono szukaną wartość

$$k = 3,8 \pm 1,4.$$

Jak widać na powyższym wykresie poziome oraz pionowe słupki błędów mają zbliżoną wielkość, co oznacza że na dokładność końcowego wyniku błędy pomiarów wielkości d oraz y wpływają w podobnym stopniu.

Punktacja:

- pomysł na pomiar czasu spadania magnesu – 6 pkt.

- wzór (1) lub równoważny – 4 pkt.
- opis układu umożliwiającego poprawne wykonanie doświadczenia – 2 pkt.
- dyskusja wyboru minimalnej i maksymalnej początkowej odległości magnesu od powierzchni – 1 pkt.
- wykonanie kilku pomiarów dla każdej z badanych początkowych odległości magnesu od powierzchni – 3 pkt.
- sporządzenie wykresu zależności t od d w skali logarytmicznej – 2 pkt.
- wyznaczenie k i oszacowanie niepewności pomiarowych – 2 pkt.