

LVI OLIMPIADA FIZYCZNA — ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

Rozwiązania zadań I stopnia należy przesyłać do **Okręgowych Komitetów Olimpiady Fizycznej** w terminach: część I — do 25 października b.r., część II — do 15 listopada b.r.. O kwalifikacji do zawod/ow II stopnia będzie decydować suma punktów uzyskanych za rozwiązania zadań części I i II. Szczegóły dotyczące regulaminu oraz organizacji Olimpiady można znaleźć w broszurze i na afiszu rozesłanych do szkół średnich oraz na stronie internetowej <http://www.kgof.edu.pl>.

CZEŚĆ II (termin wysyłania rozwiązań — 15 listopada 2006 r.)

Uwaga: Rozwiązanie każdego zadania powinno być napisane na oddzielnym arkuszu papieru podaniowego. Na każdym arkuszu należy umieścić nazwisko i imię oraz adres autora pracy, a także nazwę, adres szkoły i klasę oraz nazwisko i imię nauczyciela fizyki. Do pracy należy dołączyć kopertę zaadresowaną do siebie.

ZADANIA TEORETYCZNE

Za każde z trzech zadań można otrzymać maksimum 20 punktów.

Zadanie T1

Rozważmy następujący model ruchu drogowego: wszystkie samochody jadą z tą samą prędkością v po jednym pasie. Każdy kierowca jedzie w takiej odległości od poprzedniego samochodu, która gwarantuje mu bezpieczne zatrzymanie się w przypadku, gdyby poprzednik nagle zatrzymał się w miejscu.

Znajdź jak zależy od v liczba samochodów mijających w jednostce czasu dany punkt. Dla jakiej prędkości ta liczba jest największa?

Przyjmij, że wszystkie samochody mają tę samą długość $l_0 = 5$ m, czas reakcji każdego kierowcy wynosi $t_r = 0,8$ s a droga hamowania jest określona przez współczynnik tarcia opon o jezdnię równy $\mu = 0,7$.

Zadanie T2

W środku kulistego klosza o średnicy $D = 40$ cm świeci lampa o mocy $P = 13$ W promieniująca izotropowo światło o długości fali $\lambda = 0,5 \mu\text{m}$. Z odległości $l = 3$ m (licząc od środka klosza do obiektywu) zrobiono kloszowi zdjęcie aparatem fotograficznym o ogniskowej $f = 10$ mm i przesłonie (średnicy obiektywu) $d = f/2,8$. Ile fotonów wpadło do aparatu fotograficznego, jeśli czas otwarcia migawki wynosił $T = 1/60$ s? Prócz lampy nie ma innych źródeł światła i przedmiotów je odbijających, a sprawność lampy wraz z kloszem wynosi $s = 10\%$. Rozkład kątowy światła wylatującego z klosza jest taki, jak rozkład kątowy promieniowania ciała doskonale czarnego.

Przyjmując, że był to cyfrowy aparat fotograficzny o prostokątnej matrycy o rozmiarach $a = 5,76$ mm na $b = 4,29$ mm składającej się z $N = 4$ mln równomiernie rozłożonych elementów światłoczułych, oblicz ile fotonów wpadło do jednego z tych elementów światłoczułych, na których utworzył się obraz klosza. Sumaryczna powierzchnia elementów światłoczułych jest równa połowie powierzchni matrycy.

Rachunki wystarczy przeprowadzić z dokładnością 20%.

Zadanie T3

W chwili $t = 0$ w metalowym naczyniu znajdowała się woda o masie $m_W = 0,25$ kg i temperaturze $T_0 = 0^\circ\text{C}$. Stwierdzono doświadczalnie, że dla $t > 0$ zależność temperatury wody od czasu t jest w tym przypadku w bardzo dobrym przybliżeniu dana wzorem

$$T = e^{-\lambda t} (T_0 - T_{ot}) + T_{ot},$$

gdzie $\lambda = 2 \cdot 10^{-4} \text{s}^{-1}$, $T_{ot} = 20^\circ\text{C}$.

Podaj zależność temperatury wody od czasu (wraz z liczbowymi wartościami parametrów) w przypadku, gdyby w chwili $t = 0$ w naczyniu znajdowała się mieszanina $m_W = 0,25 \text{ kg}$ wody i $m_L = 0,25 \text{ kg}$ lodu o temperaturze T_0 .

Zakładamy, że w tej drugiej sytuacji warunki zewnętrzne są dokładnie takie same jak w pierwszej.

Metal z którego wykonano naczynie bardzo dobrze przewodzi ciepło. Każdorazowo po napełnieniu naczynie jest zamykane (ale nie hermetycznie). Ciśnienie w jego wnętrzu jest równe ciśnieniu normalnemu. Wewnątrz naczynia jest obracające się mieszadło, ale pracę wykonywaną przez nie możemy zaniedbać. Pojemność cieplna naczynia wraz z powietrzem zawartym w jego wnętrzu oraz mieszadłem i termometrem jest zaniedbywalnie mała.

Ciepło właściwe wody jest równe $c_W = 4,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, ciepło topnienia lodu $q = 334 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$, ciepło właściwe lodu $c_L = 2,1 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

ZADANIA DOŚWIADCZALNE

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

Zadanie D1

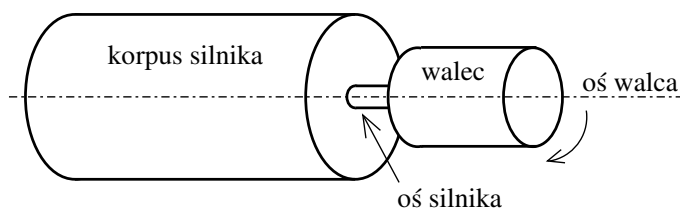
Masz do dyspozycji:

- silnik elektryczny prądu stałego,
- plastikowy, drewniany lub metalowy walec o średnicy $1 \div 2 \text{ cm}$, z otworem umożliwiającym osadzenie walca na osi silnika (patrz uwagi),
- nitkę,
- niewielki ciężarek,
- kilka różnych oporników o oporze z zakresu $1 \div 10 \Omega$,
- przewody i zaciski umożliwiające połączenie elektryczne oporników z silniczkiem,
- taśmę mierniczą,
- komputer wyposażony w kartę dźwiękową z mikrofonem umożliwiającą rejestrowanie dźwięku,
- oprogramowanie umożliwiające wyznaczanie odstępów czasowych pomiędzy rejestrowanymi sygnałami dźwiękowymi.

Traktując wirnik silnika prądu stałego jako ramkę przewodzącą w polu magnesu stałego, wyznacz opór elektryczny (rezystancję) wirnika silnika wraz z oporem styków komutatora.

Uwagi:

1. Do doświadczenia wybierz typowy silnik prądu stałego stosowany w zabawkach, silnik modelarski lub silnik napędzający magnetofon kasetowy. Silnik nie może być wyposażony w układy elektroniczne stabilizujące prędkość obrotową.
2. Walec (patrz rysunek 1) należy zamocować, w taki sposób, aby nie ślizgał się po osi silnika i nie wibrował podczas obrotów.



rys. 1

3. Jako oprogramowanie umożliwiające wyznaczenie odstępów czasowych możesz np. wykorzystać rejestrator dźwięku dostarczony z systemem operacyjnym komputera.

Zadanie D2

Masz do dyspozycji:

- żarówkę o napięciu znamionowym $6 \div 6,3 \text{ V}$ i prądzie znamionowym z zakresu $0,2 \div 0,3 \text{ A}$,
- woltomierz napięcia stałego,
- amperomierz prądu stałego,
- zasilacz napięcia stałego regulowany w zakresie $0 \div 4 \text{ V}$ lub baterię $4,5 \text{ V}$ z opornikiem o regulowanej oporności,
- przewody elektryczne, zaciski itp. elementy umożliwiające zestawienie obwodu elektrycznego,
- papier milimetry.

1. Wyznacz zależność mocy P_0 pobieranej przez żarówkę od temperatury włókna żarówki. Odpowiednie pomiary wykonaj dla natężenia prądu nieprzekraczającego 60% prądu znamionowego.
2. Zachowując ostrożność stłucz bańkę żarówki nie naruszając włókna. Najlepiej zrobić to używając imadła. Ze względów bezpieczeństwa żarówkę należy wcześniej owinąć np. kawałkiem papieru lub folii plastikowej. Następnie wyznacz zależność mocy P pobieranej przez włókno od jego temperatury. Odpowiednie pomiary wykonaj dla natężenia prądu nieprzekraczającego 60% prądu znamionowego.
3. Korzystając z uzyskanych danych eksperymentalnych, wyznacz zależność stosunku mocy P/P_0 od temperatury włókna żarówki. Wyjaśnij dlaczego P różni się od P_0 .

Przyjmij, że opór włókna żarówki R jest liniową funkcją temperatury:

$$R(T) = R_0(1 + \alpha_R(T - T_0)) ,$$

gdzie T — bezwzględna temperatura włókna, natomiast R_0 — opór włókna w temperaturze pokojowej T_0 . Przyjmij $\alpha_R = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, $T_0 = 295 \text{ K}$.

Zadanie D3

Masz do dyspozycji:

- kubki styropianowe do gorących napojów,
- blachę aluminiową o błyszczącej powierzchni,

- narzędzia do cięcia i obróbki blachy,
- czarną farbę wodoodporną (najlepiej w sprayu)
- wodę,
- lodówkę z zamrażalnikiem,
- zlewkę o niewielkiej pojemności ze skalą objętości lub dużą strzykawkę ,
- zegarek z sekundnikiem,
- linijkę,
- kątomierz,
- niewielkie przedmioty (np. plastikowe nakrętki do butelek), które mogą służyć jako podpórki lub podstawki.

Wyznacz moc promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię 1 m^2 ziemi w słoneczny dzień w godz. pomiędzy 11^{00} a 13^{00} . W rozwiązaniu zadania podaj dokładną datę, czas rozpoczęcia i zakończenia pomiarów oraz nazwę miejscowości, w której przeprowadzono doświadczenie.

Przyjmij, że ciepło topnienia lodu wynosi $L = 330000\text{ J/kg}$. Przyjmij również, że aluminiowa blacha pomalowana czarną farbą absorbuje 95%, natomiast blacha niepomalowana — 15% padającego na nią promieniowania słonecznego.