

## LII OLIMPIADA FIZYCZNA (2002/2003) ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

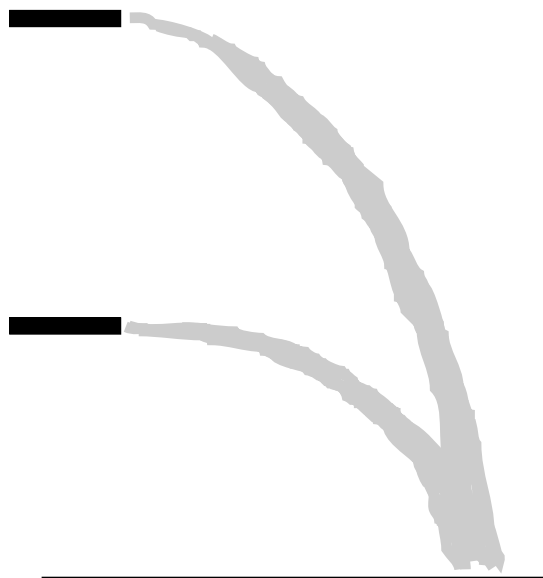
Rozwiązania zadań I stopnia należy przysyłać do **Okręgowych Komitetów Olimpiady Fizycznej** w terminach: część I — do 25 października b.r., część II — do 20 listopada b.r.. O kwalifikacji do zawodów II stopnia będzie decydować suma punktów uzyskanych za rozwiązania zadań części I i II. Szczegóły dotyczące regulaminu oraz organizacji Olimpiady można znaleźć w broszurze i na afiszu rozesłanych do szkół średnich oraz na stronie internetowej <http://www.kgof.edu.pl>.

### CZEŚĆ I (termin wysyłania rozwiązań — 25 października 2002 r.)

**Uwaga:** Rozwiązania zadań należy zamieścić w kolejności zgodnej z ich numeracją. Wszystkie strony pracy powinny być ponumerowane. Na każdym arkuszu należy umieścić nazwisko i imię oraz adres autora pracy. Na pierwszym arkuszu pracy dodatkowo należy podać nazwę, adres szkoły i klasę oraz nazwisko i imię nauczyciela fizyki.

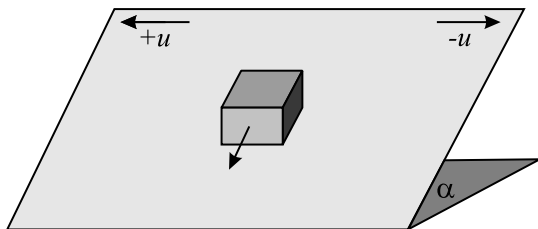
Podaj lub wybierz i krótko uzasadnij prawidłową odpowiedź (za każde z 15 zadań można otrzymać maksimum 4 punkty).

1. Dwa jednakowe węże ogrodowe umieszczono poziomo jeden nad drugim. Z węży tryska woda w taki sposób, że obydwa strumienie spadają dokładnie w to samo miejsce — rysunek 1. Czy masa wody zawartej w górnym strumieniu (woda, która już wypłynęła z węża, ale jeszcze nie spadła na ziemię) jest większa niż masa wody zawartej w dolnym strumieniu, czy też jest odwrotnie? Opór powietrza zaniedbujemy.

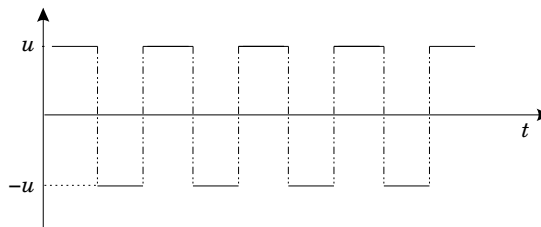


rys. 1

2. Na równi pochyłej nachylonej pod kątem  $\alpha$  do poziomu spoczywa klocek. Współczynnik tarcia statycznego i kinetycznego między klockiem a równią wynosi  $\mu > \tan \alpha$ . W pewnej chwili równia zaczyna drżeć powodując zsuwanie się klocka, który osiąga pewną stałą, graniczną prędkość — rysunek 2. Przyjmijmy, że drżenie polega na bardzo szybkich zmianach poprzecznej prędkości równi z  $+u$  na  $-u$  i *vice versa* — rysunek 3. Ile wynosi graniczna prędkość zsuwania się klocka?



rys. 2



rys. 3

**3.** Na cienką płytkę płasko-równoległą pada prostopadle wiązka promieniowania laserowego. Natężenie światła w wiązce zmniejsza się wraz z odległością od jej środka w sposób ciągły. Płytkę wykonana jest z materiału o współczynniku załamania  $n$  zależnym od natężenia padającego światła  $I$ :

$$n = n_0 + \alpha I. \quad (1)$$

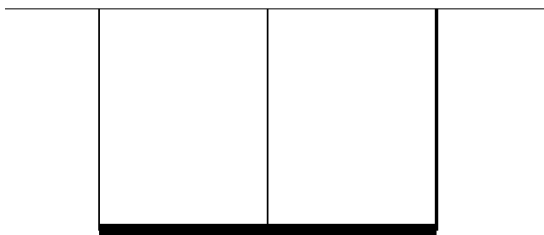
W jaki sposób należy dobrać współczynniki  $n_0$  oraz  $\alpha$ , aby wiązka przechodząca przez płytkę była skupiana? Przyjmij, że  $\alpha I \ll n_0$ .

**4.** Z samolotu lecącego na wysokości 3000 m wyskoczyło jednocześnie dwóch skoczków — bliźniaków z identycznymi spadochronami. Pierwszy z nich otworzył spadochron natychmiast po opuszczeniu samolotu, natomiast drugi otworzył swój identyczny spadochron dopiero na wysokości 1500 m. Ilość ciepła wydzielonego do atmosfery była

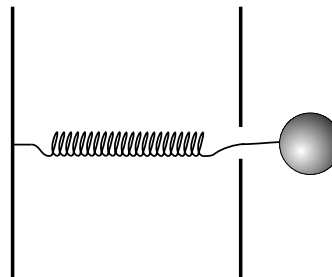
- dwukrotnie większa w przypadku pierwszego skoczka.
- $\sqrt{2}$  razy większa w przypadku pierwszego skoczka.
- taka sama dla obu skoczków.
- $\sqrt{2}$  razy mniejsza w przypadku pierwszego skoczka.
- dwukrotnie mniejsza w przypadku pierwszego skoczka.

**5.** Jakie powietrze ma większą gęstość w warunkach normalnych: suche czy wilgotne?

**6.** Jednorodny, sztywny pręt o ciężarze  $P = 10$  N wisi na trzech drutach wykonanych z jednakowego materiału i o jednakowej długości swobodnej — rysunek 4. Lewy i środkowy drut mają tę samą średnicę, a prawy dwukrotnie większą. Punkty zawieszenia drutów leżą na jednej prostej poziomej i są równoodległe. Oblicz siłę napinającą każdy drut.



rys. 4



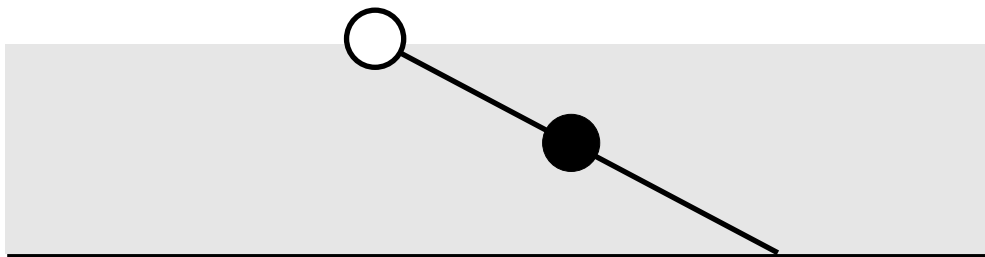
rys. 5

**7.** Do sprężyny przechodzącej przez otwór w przegrodzie (rysunek 5) przyczepiono kulę, przy czym w położeniu równowagi sprężyna jest już napięta. Odciągamy kulę w prawo, puszczamy i mierzymy okres drgań. Czy po zwiększeniu początkowego wychylenia

okres ten wzrośnie, zmaleje, czy też pozostanie niezmienny? Załóż, że odbicia kuli od przegrody są doskonale sprężyste.

8. Na stole znajduje się kwadratowa ramka o boku  $a = 10$  cm wykonana z drutu miedzianego o gęstości  $d = 8,9$  g/cm<sup>3</sup> i oporze właściwym  $\rho = 1,68 \cdot 10^{-8}$   $\Omega$ m. Jaka powinna być indukcja jednorodnego pola magnetycznego, aby przy włączeniu tego pola co najmniej trzy boki ramki uniosły się ponad powierzchnię stołu. Załóż, że indukcja pola rośnie jednostajnie w czasie  $T = 10^{-3}$  s od zera do tej poszukiwanej wartości oraz że jest prostopadła do jednego z boków ramki i skierowana pod kątem  $\alpha = 30^\circ$  do normalnej do powierzchni stołu. Pomiń samoindukcję.

9. Dwie kulki o jednakowych promieniach przymocowano do długiego pręta i zanurzono w wodzie tak, że jeden koniec pręta był oparty o dno (rysunek 6). Masa kulki znajdującej się na końcu pręta oraz masa pręta są zanedbywalnie małe w porównaniu z masą kulki nanizanej na pręt i zamocowanej na środku. Okazało się, że stosunek objętości zanurzonej części kulki górnej do jej całkowitej objętości wynosił  $a$ . Dla jakich wartości  $a$  układ przeniesiony na głęboką wodę nie zatonie?



rys. 6

10. Po torach kolejowych pędzi pociąg z prędkością  $v$ . W pewnej chwili maszynista uruchomił hamulec i po krótkiej chwili pociąg się zatrzymał. Energia kinetyczna ruchu została zamieniona na rozgrzanie torów, kół, itp. Zdarzenie to obserwował kierowca samochodu jadącego wzdłuż torów z prędkością  $v$ . W jego układzie odniesienia pociąg początkowo spoczywał, a od chwili uruchomienia hamulców zaczął się coraz szybciej poruszać do tyłu. Ponieważ kierowca był fizykiem, zastanowiło go skąd wzięła się energia tego ruchu. Nie dość, że pojawiła się energia kinetyczna, to jeszcze rozgrzały się tory. Co jest źródłem tej energii?

11. Podczas jazdy samochodem można zauważyć, że przydrożne drzewa *pozornie* się obracają. Co jest przyczyną tego obrotu? Od czego zależy i ile wynosi jego prędkość kątowa?

12. Oszacuj przeciążenie jakiego doznaje konik polny podczas odbijania się do skoku.

13. Poruszająca się kulka zderza się centralnie z drugą, spoczywającą. Czy w zderzeniu niesprężystym w porównaniu ze zderzeniem sprężystym strata energii kinetycznej poruszającej się kulki jest:

- zawsze większa.
- większa gdy masy kulek są zbliżone.
- mniejsza gdy masy kulek są zbliżone.
- zawsze mniejsza.

14. Płaski kondensator próżniowy naładowano ładunkiem  $Q$  i odłączono od źródła napięcia. Następnie w pobliżu środka jednej z okładek kondensatora umieszczono naładowaną cząstkę, która rozprężyła się osiągając prędkość  $v$  tuż przy drugiej okładce. Jeśli

---

po naładowaniu rozsunęlibyśmy okładki na dwukrotnie większą odległość, to końcowa prędkość cząstki:

- a) wzrosłaby dwukrotnie.
- b) wzrosłaby  $\sqrt{2}$  razy.
- c) pozostałaby niezmienną.
- d) zmniejszyłaby się  $\sqrt{2}$  razy.
- e) zmniejszyłaby się dwukrotnie.

**15.** Okres drgań wahadła matematycznego po umieszczeniu w satelicie okrążającym Ziemię na wysokości równej dwóm promieniom ziemskim:

- a) wzrośnie trzykrotnie w porównaniu z okresem wahań na Ziemi.
- b) wzrośnie  $\sqrt{3}$  razy.
- c) zmaleje trzykrotnie.
- d) zmaleje sześciokrotnie.
- e) żadna z powyższych odpowiedzi nie jest poprawna.

Przyjmij, że satelita nie wiruje.

**CZEŚĆ II (termin wysyłania rozwiązań — 20 listopada 2002 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**

Zaproponowano pewien uproszczony model utrzymywania równowagi podczas jazdy rowerem. Przyjęto, że rowerzysta jest sztywno związany z ramą roweru (nie balansuje ciałem), a rower jest tak zbudowany, że oś kierownicy jest prostopadła do prostej łączącej środki kół roweru odległe od siebie o  $d = 1$  m.

W czasie jazdy z prędkością  $v = 5$  m/s rower wraz z rowerzystą odchylił się od pionu o kąt  $\varphi = 2^\circ$ . Gdyby nie równoczesny skręt kierownicy o pewien kąt  $\alpha$  rowerzysta by upadł. W którą stronę i o jaki kąt rowerzysta skrzył kierownicą?

Stosując zaproponowany model oszacuj prędkość, poniżej której jazda na rowerze staje się trudna. Przedstaw i uzasadnij przyjęte kryterium fizyczne.

**Zadanie T2**

Pani Dyrektor Okulla ma trudności z czytaniem drobnego druku. W związku z tym nosi okulary dla dalekowidzów. Pewnego dnia, gdy okulary zsunęły się jej na koniec nosa, ze zdumieniem zauważyła, że literki wydają się większe niż zwykle. Wyjaśnij to zjawisko i znajdź położenie okularów, w którym rozmiary katowe liter będą maksymalne przy ustalonej odległości między głową pani Okulli i kartką papieru. Przyjmij, że po zsunięciu się okularów pani dyrektor nadal widzi druk ostro.

**Zadanie T3**

Dwa różnoimienne ładunki elektryczne  $q_1$  i  $-q_2$  umieszczono w odległości  $d$  od siebie. Rozważmy linię pola elektrycznego wychodzącą z ładunku  $q_1$  pod kątem  $\alpha$  do prostej łączącej ładunki. Pod jakim kątem linia ta wejdzie do ładunku  $-q_2$ ?

**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:

- drut miedziany o znanej średnicy,
- odważniki,
- szalkę umożliwiającą obciążenie drutu odważnikami, szczypczyki do przenoszenia odważników,
- deskę z dwoma gwoździemi wbitymi w pobliżu jej końców,
- elementy umożliwiające podparcie (lub zamocowanie) deski,
- linijkę, taśmę mierniczą,
- papier milimetrowy, taśmę klejącą, nożyczki.

Wyznacz moduł Younga miedzi.

Uwagi:

- a) Do doświadczenia należy użyć drutu o średnicy 0,1–0,3 mm.
- b) Deska powinna mieć długość w granicach 0,5–1 m.
- c) Jako odważników możesz użyć dowolnych przedmiotów o znanej masie, np. monet, spinaczy biurowych itp. Możesz je zważyć używając wagi dostępnej w szkole. W razie potrzeby możesz też zważyć szalkę.

### Zadanie D2

Ciało o masie  $m$  poruszające się, niezbyt szybko, ruchem przyspieszonym w nieograniczonym ośrodku ciekłym, zachowuje się tak, jak ciało o masie:

$$M = m + m_d ,$$

gdzie  $m_d > 0$  nosi nazwę masy dołączonej.

Masz do dyspozycji:

- duży i głęboki pojemnik z wodą (np. wannę),
- mocne nici,
- kulkę stalową o znanej masie i średnicy, wyposażoną w zaczep umożliwiający jej zawieszenie na nitce,
- statyw,
- stoper.

Wyznacz stosunek  $m_d/m_w$  dla kuli w wodzie ( $m_w$  oznacza masę wody wypartej przez kulę). Przyjmij, że gęstość wody wynosi  $1 \text{ g/cm}^3$ . Jeśli uznasz to za konieczne możesz użyć linijki.

### Zadanie D3

Masz do dyspozycji:

- dwie identyczne diody świecące,
- żaróweczkę z oprawką,
- źródło prądu o napięciu regulowanym w zakresie 0–5 V, umożliwiające zasilanie diod oraz żaróweczki,
- opornik o znanej oporności (np.  $100 \Omega$ ),
- woltomierz o dużej oporności wewnętrznej (np. multimetr cyfrowy),
- przewody elektryczne z końcówkami, uchwyty, podstawki itp. elementy umożliwiające odpowiednie zamocowanie żaróweczki i diod,
- linijkę lub taśmę mierniczą,
- papier milimetrowy.

Podłączając jedną z diod bezpośrednio do woltomierza zauważysz, że po zbliżeniu jej do świecącej żaróweczki, na diodzie pojawi się napięcie. Podobny efekt zaobserwujesz jeśli użyjesz jako źródła światła drugiej diody.

Wyznacz zależność natężenia światła emitowanego przez diodę od natężenia płynącego przez nią prądu. Pomiary natężenia światła emitowanego przez diodę wykonaj dla możliwie szerokiego zakresu natężeń prądów płynących przez diodę, nie przekraczając jednak wartości maksymalnej natężenia prądu podanej przez producenta. Wynik przedstaw na wykresie. Natężenie światła  $I$  wyraż w jednostkach względnych przyjmując  $I_0 = 1$  dla maksymalnej wartości prądu płynącego przez diodę.

Wskazówka! Można przyjąć, że w odległości  $R$  od żarówki, znacznie większej od jej rozmiarów, natężenie emitowanego przez nią światła jest proporcjonalne do  $1/R^2$ .

#### KOMITETY OKRĘGOWE OLIMPIADY FIZYCZNEJ

KOOF w Białymstoku, ul. Lipowa 41, 15-224 Białystok (woj. podlaskie, powiaty: kętrzyński, mragowski, piski, giżycki, olecko-gołdapski, ełcki)

KOOF w Częstochowie, Al. Armii Krajowej 13/15, 42-201 Częstochowa (woj. opolskie, woj. świętokrzyskie, powiaty: częstochowski, kłobucki, lubliniecki, myszkowski)

KOOF w Gdańsku, ul. Narutowicza 11/12, 80-952 Gdańsk-Wrzeszcz (woj. pomorskie, woj. warmińsko-mazurskie z wyłączeniem powiatów: kętrzyńskiego, mragowskiego, piskiego, giżyckiego, olecko-gołdapskiego, ełckiego)

KOOF w Gliwicach, ul. Bolesława Krzywoustego 2, 44-100 Gliwice (woj. katowickie z wyłączeniem powiatów: częstochowskiego, kłobuckiego, lublinieckiego, myszkowskiego)

KOOF w Krakowie, ul. Reymonta 4, 30-059 Kraków (woj. małopolskie)

KOOF w Lublinie, pl. Marii Skłodowskiej-Curie 1, 20-031 Lublin (woj. lubelskie)

KOOF w Łodzi, ul. Pomorska 149, 90-236 Łódź (woj. łódzkie)

KOOF w Poznaniu, ul. Umultowska 85, 60-780 Poznań (woj. wielkopolskie)

KOOF w Rzeszowie, ul. Reytana 16A, 35-310 Rzeszów (woj. podkarpackie)

KOOF w Szczecinie, ul. Wielkopolska 15, 70-451 Szczecin (woj. zachodnio-pomorskie, woj. lubuskie)

KOOF w Toruniu, ul. Grudziądzka 5, 87-100 Toruń (woj. kujawsko-pomorskie)

KOOF w Warszawie, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa (woj. mazowieckie)

KOOF we Wrocławiu, pl. M. Borny 9, 50-205 Wrocław (woj. wrocławskie)