

## LIV OLIMPIADA FIZYCZNA — 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 2004 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 i krótko uzasadnij odpowiedź. Za każde z 15 zadań można otrzymać maksimum 4 punkty.**

#### Zadanie 1

Operator nowej sieci telefonii komórkowej chciałby tak dobrać parametry sieci, żeby kierowcy mogli odbierać sygnał tylko wtedy, kiedy ich auto porusza się z prędkością nie przekraczającą 10 km/h. Jaka powinna być częstotliwość  $f$  sygnału nośnego, jeżeli nadajniki i (spoczywające) odbiorniki przystosowane są do pracy w zakresie  $f \pm 5$  kHz?

Przyjmij, że samochód jedzie w kierunku nadajnika i że przy prędkości 10 km/h odbiornik powinien przestać odbierać jakikolwiek sygnał z nadajnika.

#### Zadanie 2

Dwa identyczne dielektryczne krążki naładowano jednorodnie identycznymi ładunkami. Krążki umieszczono niedaleko od siebie tak, że ich osie się pokrywają. Krążki mogą swobodnie obracać się wokół swoich osi, ale początkowo nie obracają się. Po rozkręceniu pierwszego krążka, drugi: a) będzie się obracał w tę samą stronę; b) będzie się obracał w przeciwną stronę; c) nie będzie się obracał.

#### Zadanie 3

Jaka powinna być moc lasera, aby wysyłane przez niego światło mogło unieść lusterko o ciężarze 1N? Zakładamy, że promień lasera jest skierowany pionowo, a światło pada prostopadle na lusterko i odbija się od niego bez strat energii.

#### Zadanie 4

Obserwator spoczywający względem odległych, nieruchomych gwiazd stwierdza, że połowa widzianych przez niego na niebie gwiazd znajduje się w zakresie kątów od 0 do  $\pi/2$  mierzonych względem kierunku do wybranej gwiazdy G. W jakim zakresie kątów (mierzonych od tego samego kierunku) będzie on obserwował połowę widzianych gwiazd, jeśli będzie się poruszał w stronę gwiazdy G z prędkością  $v = 150$  tys. km/s?

Zakładamy, że w obu przypadkach obserwator widzi te same gwiazdy.

#### Zadanie 5

W promieniowaniu kosmicznym obserwuje się m.in. protony o energii  $10^{19}$  eV. Oblicz jak długo proton o takiej energii leciałby do Ziemi od najbliższej gwiazdy (odległej o ok. 4 lata świetlne) według obserwatora na Ziemi, a jak długo według obserwatora współporuszającego się z tym protonem?

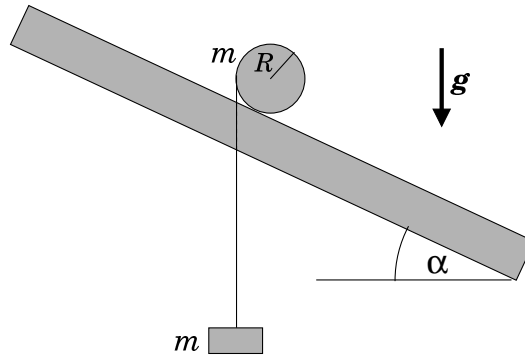
#### Zadanie 6

Pewna lekkoatletka o wzroście 1,8 m potrafi skoczyć z pozycji stojącej na odległość 2 m. Na jaką odległość potrafiłaby skoczyć jej koleżanka, która ma 1,5 m wzrostu i identyczne proporcje budowy ciała?

W chwili wyskoku i w chwili lądowania lekkoatletki mają taką samą pozycję. Siła mięśni jest proporcjonalna do ich przekroju poprzecznego. Opór powietrza pomijamy.

#### Zadanie 7

Na walec o promieniu  $R$  oraz masie  $m$ , nawinięto nieważką, cienką nitkę. Walec położono na równi pochyłej o kącie nachylenia  $\alpha$ , a przez szczelinę w równi przełożono nitkę i przymocowano do jej końca ciężarek o masie  $m$  (patrz rysunek 1). Dla jakich  $\alpha$  walec będzie wtaczać się na równię? Między walcem a równią nie ma poślizgu. Również nitka nie ślizga się po walcu.



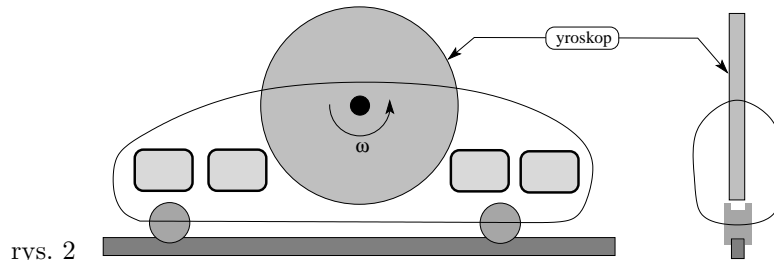
rys. 1

**Zadanie 8**

Balony na gorące powietrze mają w dolnej części powłoki mały otwór. Jak obecność tego otworu wpływa na siłę nośną balonu?

**Zadanie 9**

Pewnen konstruktor postanowił zbudować kolej jednoszynową jeżdżącą po jednej zwykłej szynie kolei dwuszynowej. Wagon takiej kolei jedzie na umieszczonych jedno za drugim kołach jezdnych posiadających kryzy z obu stron. W celu stabilizacji wagon posiada masywne koło (żyroskop) obracające się z bardzo dużą prędkością wokół osi równoległej do osi kół jezdnych (rys. 2). Konstruktor twierdzi, że przy jeździe

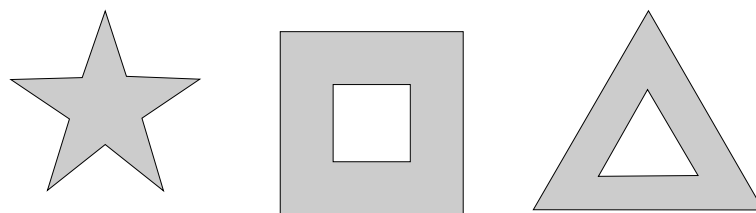


rys. 2

po prostej taki wagon nie może się przewrócić, ani nawet pochylić. Pochylenie wagonu oznaczałoby bowiem, że wektor momentu pędu  $\vec{J}$  (skierowany wzdłuż osi obrotu żyroskopu) obróciłby się w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku jazdy, a zatem jego zmiana  $\Delta\vec{J}$  byłaby skierowana pionowo. Zgodnie ze wzorem  $\vec{M} = \frac{\Delta\vec{J}}{\Delta t}$  wektor momentu siły  $\vec{M}$  musiałby być także pionowy. Z drugiej strony, ponieważ siły oddziaływania szyn na wagon oraz siła ciężkości są pionowe, to wektor ich momentu  $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$  musi leżeć w płaszczyźnie poziomej. Ta sprzeczność oznacza, że wagon się nie przechyli. Czy konstruktor ma rację?

**Zadanie 10**

Mamy trzy graniastosłupy prawidłowe o dużej wysokości, o podstawach przedstawionych na rysunku 3.



rys. 3

Pola powierzchni podstaw i zewnętrzne obwody każdej z podstaw są takie same. Graniastosłupy ogrzano do tej samej temperatury i umieszczono w próżni w dużej odległości od siebie i od innych ciał. Tempo stygnięcia którego graniastosłupa będzie najmniejsze, a którego największe?

Graniastosłupy są wykonane z identycznego materiału o nieskończonym przewodnictwie cieplnym.

**Zadanie 11**

Czas gotowania ziemniaków (od momentu zagotowania się wody do momentu uzyskania przez nie odpowiedniej miękkości) wynosi 20 min. Ile będzie wynosił czas gotowania tych ziemniaków, jeśli dwukrotnie zwiększymy ciepło dostarczane do garnka w jednostce czasu?

**Zadanie 12**

Stwierdzono, że gdy temperatura powietrza rośnie wraz z wysokością nad powierzchnią Ziemi (np. w letnią, gwiazdzistą noc), to zasięg dźwięku jest znacznie większy, niż gdy temperatura powietrza maleje wraz z wysokością nad powierzchnią Ziemi (np. w upalny dzień). Jak wytłumaczyć takie zjawisko?

**Zadanie 13**

Pręt o długości  $l$  wisi poziomo na dwóch równoległych sznurkach, przyczepionych do pręta w odległościach  $l/4$  od jego końców. Tuż po przecięciu jednego ze sznurków, siła naciągu drugiego sznurka: a) wzrośnie; b) zmaleje; c) nie zmieni się.

**Zadanie 14**

Rakieta wodna składa się z plastikowej butelki wypełnionej częściowo wodą i przymocowanej do butelki listewki. Butelka jest zatkana korkiem przebitym igłą do pompowania piłek, przez którą pompujemy powietrze do wnętrza butelki. Rakieta startuje, gdy ciśnienie wewnątrz butelki wypchnie korek. Zakładając, że to ciśnienie wynosi  $2\text{atm}$ , podać w którym przypadku rakieta polecą wyżej:

a) gdy jest wypełniona w  $\frac{1}{4}$  objętości wodą; b) gdy jest wypełniona w  $\frac{3}{4}$  objętości wodą.

**Zadanie 15**

Powszechnie przyjmuje się, że ruch poduszkowca (po poziomej powierzchni, gdy ruch jest na tyle powolny, że można pominąć opór powietrza) jest dobrym przybliżeniem ruchu bez sił oporu. Czy to stwierdzenie dotyczy również poduszkowców poruszających się wolno po spokojnej powierzchni wody? Czy pod działaniem danej siły poziomej poduszkowiec unoszący się nad powierzchnią wody uzyska takie samo przyspieszenie, jak poduszkowiec unoszący się nad twardą powierzchnią?

## CZEŚĆ II (termin wysyłania rozwiązań — 20 listopada 2004 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

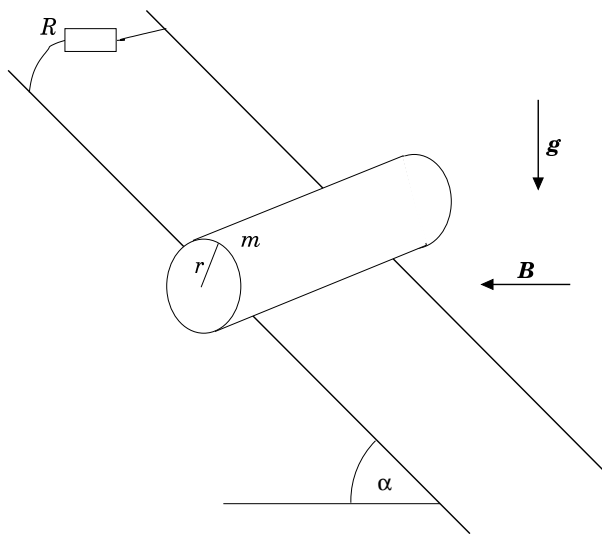
W podróży dookoła świata balonem są wykorzystywane silne wiatry wiejące w okolicach zwrotnika w kierunku równoleżnikowym na wysokości ok. 10 km. Wiatr taki tworzą masy powietrza, które unoszą się pionowo nad równikiem, następnie przemieszczają się na wysokości 10 km w okolice zwrotnika, a w końcu tam opadają. Zakładając, że na te masy powietrza nie działają (w układzie inercyjnym) żadne siły w kierunkach równoleżnikowych, obliczyć ich równoleżnikową prędkość nad zwrotnikiem względem powierzchni Ziemi.

#### Zadanie T2

Według teorii Wielkiej Unifikacji istnieje pewne, bardzo niewielkie, prawdopodobieństwo rozpadu protonu na mezon  $\pi^0$  i pozyton. W jednym z eksperymentów sprawdzających tę teorię obserwowano 3300 ton wody przy użyciu nadzwyczaj czułej aparatury, będącej w stanie wykryć nawet pojedynczy rozpad protonu. W ciągu roku nie wykryto żadnego przypadku rozpadu. Jakie wynika stąd ograniczenie na czas połowicznego rozpadu protonu? Dokładniej, przy jakiej wartości czasu połowicznego rozpadu w ciągu roku nastąpi z prawdopodobieństwem 95% co najmniej jeden rozpad?

#### Zadanie T3

Jednorodny, metalowy walec o masie  $m$  i promieniu  $r$  położono poziomo na dwóch równoległych, odległych od siebie o  $d$  prostoliniowych przewodach, które tworzą równię pochyłą nachyloną do poziomu pod kątem  $\alpha$ . Końce przewodów są połączone ze sobą opornikiem o oporze  $R$ . Cały układ znajduje się w skierowanym poziomo, prostopadle do osi walca, stałym i jednorodnym polu magnetycznym o indukcji  $B$  (patrz rysunek 4).



rys. 4

- Jaka jest prędkość maksymalna  $v_{\max}$ , jaką w rozważanej sytuacji może osiągnąć staczający się walec? Przedyskutuj wynik w zależności od wartości kąta  $\alpha$ .
- Wyznacz zależność przyspieszenia  $a$  oraz przyspieszenia kąтового  $\epsilon$  od jego prędkości  $v$ . Podaj wartości  $a$  i  $\epsilon$  dla  $v = 0$  oraz  $v = \frac{1}{2}v_{\max}$ .
- Opisz jakościowo zachowanie się walca w przypadku, gdy nadano mu prędkość początkową (wzdłuż przewodów) większą od  $v_{\max}$ .

Walec toczy się bez poślizgu. Opory toczenia, opór powietrza oraz opory elektryczne drutów i walca można zaniedbać. Przyjmij, że poza bliską okolicą miejsc styku walca z przewodami, prąd płynący przez walec jest równomiernie rozłożony na całej powierzchni jego przekroju poprzecznego.

## 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

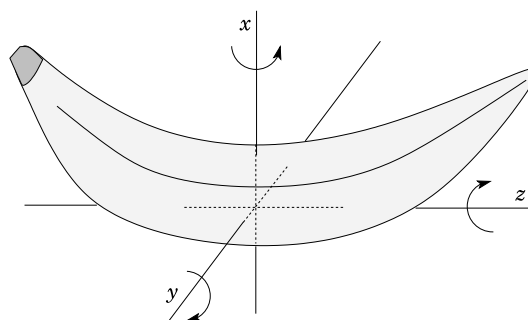
Masz do dyspozycji:

- banan o znanej masie,
- stoper,
- nitkę,
- duży guzik,
- drewniane patyczki (np. do szaszłyków) lub druty do robótek ręcznych o średnicy  $2 \div 3$  mm i długości ok. 25 cm,
- linijkę,
- flamaster,
- statyw z uchwytami.

Wyznacz momenty bezwładności banana, względem trzech wzajemnie prostopadłych osi, przechodzących przez jego środek ciężkości (patrz rysunek 5).

Uwaga!

1. Do doświadczenia najlepiej użyć banana, którego środek ciężkości znajduje się w jego wnętrzu!
2. Do rozwiązania dołącz szkic użytego banana w skali 1:1.



rys. 5

### Zadanie D2

Sprawnością żarówki ( $\eta$ ) nazywamy stosunek mocy światła emitowanego w zakresie widzialnym  $P_{\text{sw}}$  do mocy elektrycznej  $P_{\text{el}}$  pobieranej przez żarówkę —  $\eta = P_{\text{sw}}/P_{\text{el}}$ .

Masz do dyspozycji:

- "zwykłą" żarówkę do latarki oraz żarówkę o podwyższonej jasności, np. kryptonową lub halogenową, o identycznych napięciach znamionowych,
- dwa oporniki o regulowanym oporze oraz baterie umożliwiające zasilenie żarówek napięciem znamionowym,
- woltomierz,
- dwa amperomierze,
- linijkę lub taśmę mierniczą,
- biały papier,
- cienki pręt (np. kredkę lub ołówek), który można ustawić w pozycji pionowej,
- dwa statywy,
- oprawki na żarówki, zaciski i przewody elektryczne, taśmę klejącą itp. elementy umożliwiające zestawienie układu doświadczalnego.

Wyznacz stosunek sprawności żarówki "zwykłej" i żarówki o podwyższonej jasności, przy zasilaniu ich napięciem znamionowym. Przyjmij, że obie żarówki mają taki sam rozkład widmowy promieniowania w obszarze widzialnym.

Uwaga!

1. Do doświadczenia postaraj się użyć żarówek bez wbudowanych soczewek. Jeśli miałbyś kłopoty z ich zakupem i miałbyś do dyspozycji tylko żarówki z wbudowanymi soczewkami, to w doświadczeniu badaj światło, które nie przechodzi przez soczewki.
2. Zamiast baterii i oporników możesz użyć zasilacza.

### Zadanie D3

Masz do dyspozycji:

- stół z gładkim, twardym blatem (np. stół kuchenny pokryty laminatem),
- komputer z kartą dźwiękową i mikrofonem oraz oprogramowaniem umożliwiającym rejestrowanie sygnałów akustycznych,
- piłeczkę pingpongową,
- kulkę stalową o średnicy  $4 \div 5$  mm (np. z łożyska rowerowego).

Wyznacz, jaki procent energii kinetycznej traci piłeczka pingpongowa, a jaka kulka stalowa podczas odbicia od stołu. Zbadaj zależność tych strat od prędkości piłeczki (kulki) przed zderzeniem.

Uwaga!

1. Do rejestracji dźwięku oraz analizy przebiegów czasowych zarejestrowanych sygnałów możesz wykorzystać np. "Rejestrator dźwięku" dostępny w systemie Windows lub program "Oscyloskop" dostępny na płycie CD dołączonej do podręcznika J. Blinowski, W. Zieliński, *Fizyka z astronomią. Kształcenie w zakresie rozszerzonym*, tom. I, WSiP, Warszawa 2002 (i 2003, II wydanie).
2. Przyjmij, że przyspieszenie ziemskie  $g$  wynosi  $9,81 \text{ m/s}^2$

### KOMITETY OKRĘGOWE OLIMPIADY FIZYCZNEJ

KOOF w Białymstoku, ul. Lipowa 41, 15-224 Białystok (woj. podlaskie, powiaty: kętrzyński, mławowski, 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, mławowskiego, 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. Borna 9, 50-205 Wrocław (woj. dolnośląskie)