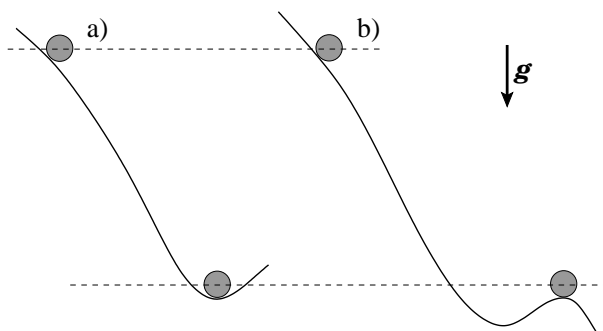


# LVIII OLIMPIADA FIZYCZNA — ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA – CZĘŚĆ I

Podaj i krótko uzasadnij odpowiedź. Za każde z 15 zadań można otrzymać maksimum 4 punkty.

## Zadanie 1

Rozważmy walec staczający się po torach przedstawionych na rysunku 1.



rys. 1

W obu przypadkach jest to ten sam walec, początkowe i końcowe położenia środka masy są odpowiednio takie same, walec początkowo spoczywa, a toczy się bez poślizgu i nie podskakuje po drodze. W którym przypadku w położeniu końcowym walec ma większą energię kinetyczną ruchu obrotowego? W którym przypadku w położeniu końcowym walec ma większą prędkość liniową? Tarcie toczne i opór powietrza pomijamy.

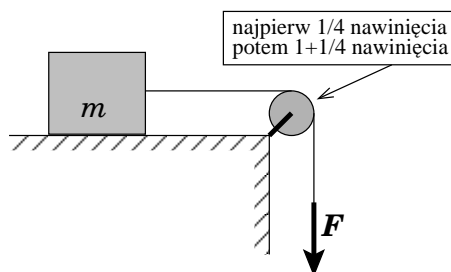
## Zadanie 2

Drużyny startują w zawodach na przeciąganie liny. Jak powinni ustawić się zawodnicy: od najwyższego do najniższego (patrząc od drużyny przeciwnej), czy odwrotnie, aby szansa na zwycięstwo była większa?

Zakładamy, że współczynnik tarcia butów o podłoże jest dla każdego z zawodników taki sam. Przyjmij, że każdy z zawodników trzyma linę w  $2/3$  swojej wysokości.

## Zadanie 3

Lina jest przewieszona przez nieruchomy walec (rys. 2). Z jednej strony jest przymocowany klocek o masie  $m = 1 \text{ kg}$ , z drugiej ciągniemy pionowo w dół z siłą  $F = 10 \text{ N}$ . W tym przypadku przyspieszenie klocka wynosi  $a_1 = 5 \text{ m/s}^2$ . Następnie linę zawinięto dodatkowo jeden raz na walcu. Ile wynosi przyspieszenie  $a_2$  klocka w tym przypadku, jeśli za wolny koniec liny ciągniemy ponownie z siłą  $F = 10 \text{ N}$ ?



rys. 2

Miedzy klockiem a podłożem nie ma tarcia, jest jednak niezerowe tarcie między liną a walcem. Lina jest cienka, wiotka, nieważka i nierozciągliwa. Powierzchnia walca jest taka sama w każdym miejscu.

Wskazówka:

Założmy, że napięcie z jednego końca liny wynosi  $N_1$ , a z drugiego –  $N_2$ . Jeśli napięcie z jednego końca wzrośnie  $k$  razy (gdzie  $k$  jest dowolną liczbą), to również napięcie z drugiego końca wzrośnie  $k$  razy.

#### Zadanie 4

Z odległości  $x = 1$  m zrobiono zdjęcie świecącemu przedmiotowi. Czas naświetlania wynosił  $T_1 = 1/10$  s. Następnie między aparat a przedmiot wstawiono akwarium o takich rozmiarach, że tylna ścianka niemal dotykała przedmiotu, a przednia niemal dotykała obiektywu aparatu. Potem zmieniono ogniskową aparatu tak, żeby obraz przedmiotu na matrycy miał taką samą wielkość jak poprzednio. Jaki powinien być czas naświetlania  $T_2$  w tym drugim przypadku, aby jasność przedmiotu na zdjęciu była taka sama jak poprzednio?

Przyjmij, że średnica  $d$  otworu przysłony obiektywu oraz czułość matrycy aparatu są w obu przypadkach takie same. Pomiń odbicie światła na granicach ośrodków oraz pochłanianie i rozpraszanie światła w wodzie. Prócz przedmiotu nie ma żadnych innych źródeł światła. Przedmiot był mały i znajdował się na osi optycznej aparatu. Przy obrocie przedmiotu o mały kąt (rzędu  $d/x$ ) wygląd przedmiotu i natężenie światła dochodzącego do obiektywu nie ulega zauważalnej zmianie. Wartości pozostałych danych potrzebnych do rozwiązania zadania, wyszukaj w tablicach.

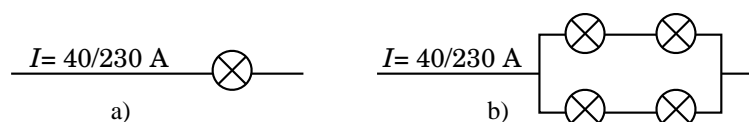
#### Zadanie 5

Trzy osoby chcą się dostać szosą z punktu A do punktu B odległego o  $s = 50$  km. Mają dwuosobowy motocykl, który rozwija prędkość 60 km/h bez względu na to, czy jedzie nim 1 czy 2 osoby. Tylko pierwsza z tych osób ma prawo jazdy; druga idąc szosą porusza się z prędkością  $v_1 = 4$  km/h, a trzecia – z prędkością  $v_2 = 6$  km/h.

Jaki jest najkrótszy czas, w którym wszystkie te trzy osoby dotrą do celu swojej podróży?

#### Zadanie 6

Rozważmy przedstawione na rysunkach dwa układy identycznych żarówek. Każda z żarówek jest zwykłą żarówką o (skutecznym) napięciu znamionowym 230 V i mocy 40 W. W obu przypadkach całkowity prąd (skuteczny)  $I$  płynący przez układ jest równy  $40/230$  A. W którym przypadku w pokoju będzie jaśniej, tzn. który układ emituje więcej światła?



rys. 3

Rozważ dwa przypadki:

i) Teoretyczny przypadek, w którym pomijamy zależność oporu włókna żarówki od temperatury.

ii) Przypadek rzeczywisty z włóknem wolframowym.

W razie potrzeby skorzystaj z informacji zawartych w dostępnych ci źródłach.

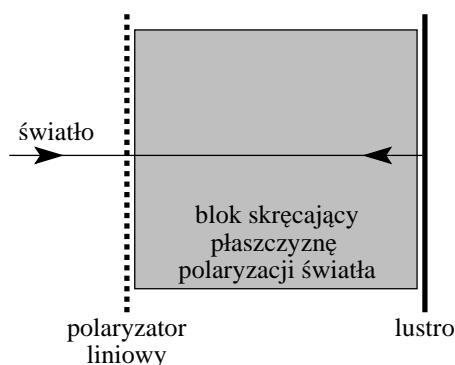
#### Zadanie 7

Na poziomym stole przykrytym cienkim obrusem spoczywa jednorodna kula. Nagle szarpiemy za obrus, wyciągając go spod kuli. Opisz jakościowo zachowanie kuli od momentu, kiedy zetknie się z powierzchnią stołu (w tym podaj, czy kula stoczy się ze stołu, a jeśli tak, to w którą stronę).

Przyjmij, że nie występuje tarcie toczne i opór powietrza. Stół jest na tyle duży, że kula przestaje się ślizgać po stole zanim z niego spadnie. Współczynnik tarcia kuli o obrus wynosi  $f_1 = 0,4$ , a kuli o stół –  $f_2 = 0,2$ .

### Zadanie 8

Układ optyczny składa się z polaryzatora liniowego, bloku skręcającego płaszczyznę polaryzacji światła (patrz dalej) oraz lustra (rys. 4). Promień światła przechodzi przez polaryzator, następnie przez blok skręcający płaszczyznę polaryzacji światła, odbija się od lustra i poprzez blok skręcający płaszczyznę polaryzacji światła wraca do polaryzatora. Czy można tak dobrać grubość bloku  $d$ , aby powracająca wiązka była całkowicie wygaszona przez polaryzator?



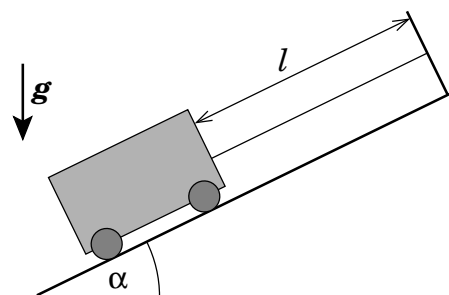
rys. 4

Rozważ następujące przypadki:

- blok skręcający płaszczyznę polaryzacji światła jest kuetą z roztworem sacharozy (kąć skręcenia płaszczyzny polaryzacji jest równy  $\alpha = kcd$ , gdzie  $c$  jest stężeniem roztworu,  $d$  – grubością warstwy, przez którą przechodzi promień,  $k$  – stałą);
- blok skręcający płaszczyznę polaryzacji światła jest substancją skręcającą tę płaszczyznę pod wpływem pola magnetycznego równoległego do wiązki światła (kąć skręcenia płaszczyzny polaryzacji jest równy  $\alpha = vd \vec{n} \cdot \vec{B}$ , gdzie  $\vec{B}$  jest wektorem indukcji zewnętrznego pola magnetycznego,  $\vec{n}$  – kierunkiem biegu promienia,  $d$  – grubością warstwy, przez którą przechodzi promień,  $v$  – stałą zależną od rodzaju materiału).

### Zadanie 9

Wózek o całkowitej masie  $m = 10\text{ kg}$  znajduje się na równi pochyłej o kącie nachylenia  $\alpha = 30^\circ$ . Wózek jest przywiązany do słupka wiotką, nierozciągliwą liną długości  $l = 1\text{ m}$  (patrz rysunek 5). Jaką najmniejszą siłą, w którym punkcie układu przyłożoną i w jakim kierunku należy podziałać, aby (wolno) przesunąć wózek w górę równi na odległość  $a = 0,01\text{ m}$ ?



rys. 5

Nie występuje opór toczenia przy przesuwaniu wózka w górę (lub w dół) równi, ale wózek nie przesuwa się na boki. Jeśli siła potrzebna do przesunięcia zmienia się w trakcie przesuwania, podaj maksymalną wartość tej siły.

### Zadanie 10

Rozważmy dwie metalowe powłoki w kształcie sfer. Pierwsza z nich jest naładowana ładunkiem  $Q$ , a druga jest obojętna elektrycznie. W jakiej sytuacji jest możliwe, aby w wyniku zetknięcia

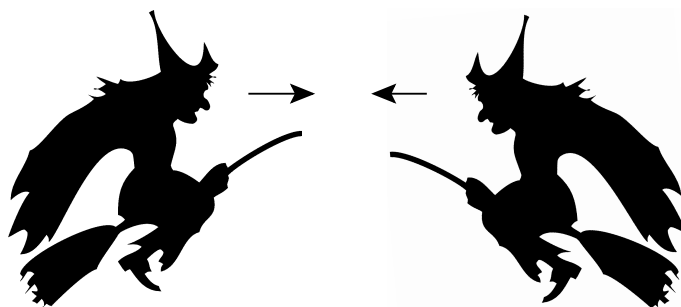
tych powłok cały ładunek z pierwszej powłoki przepłynął do drugiej powłoki? A może jest to niemożliwe?

Zakładamy, że nie występują żadne zewnętrzne pola elektryczne.

### Zadanie 11

Mijają się dwie relatywistyczne czarownice lecące na identycznych miotłach (rys. 6). W układzie czarownicy A długość miotły czarownicy B wynosi  $l_B$ , a w układzie czarownicy B długość miotły czarownicy A wynosi  $l_A$ . Czy możliwe jest aby  $l_A \neq l_B$ ? A jeśli tak, to jaka jest najmniejsza prędkość względna czarownic, przy której może być  $l_A = l/2$ ,  $l_B = l/3$ , gdzie  $l$  jest długością miotły w jej układzie odniesienia?

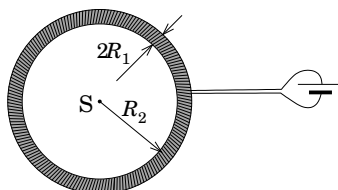
Przyjmij, że rozmiary poprzeczne mioteł są dużo mniejsze od ich długości.



rys. 6

### Zadanie 12

Drut jest nawinięty na torus o promieniach  $R_1$  i  $R_2$ , gdzie  $R_2 \gg R_1$ . Oblicz indukcję pola magnetycznego w środku układu S (patrz rysunek 7), jeśli przez drut płynie prąd  $I$ , a liczba zwojów wynosi  $N$ . Zwoje są nawinięte na torus bardzo gęsto i tworzą tylko jedną warstwę.



rys. 7

### Zadanie 13

Zrobiono dwa zdjęcia tym samym aparatem, ale przy innych długościach ogniskowej (rys. 8). Które ze zdjęć jest zrobione przy większej ogniskowej? Na obu zdjęciach na pierwszym planie widać tę samą latarnię.

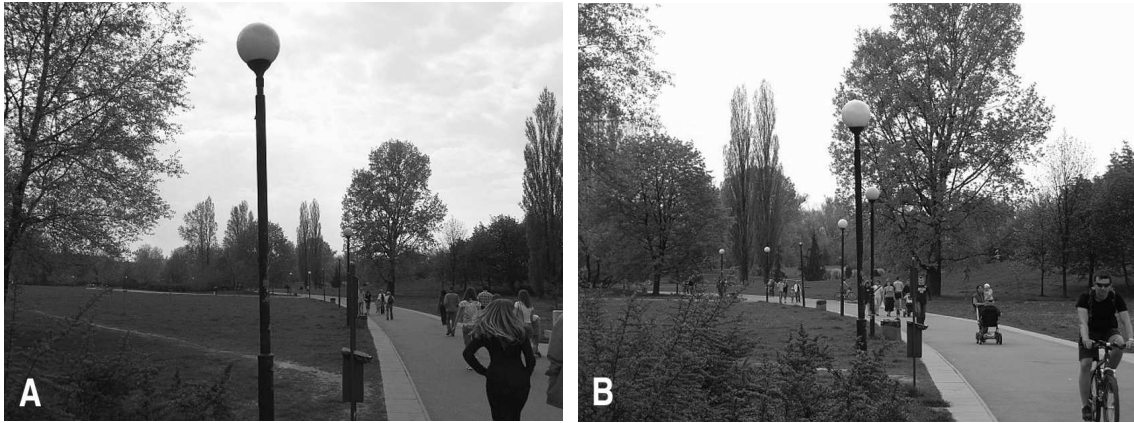
### Zadanie 14

W klasycznym filmie "Planeta Mała" załoga statku kosmicznego powróciła na Ziemię po przebyciu drogi 300 lat świetlnych (liczonej w układzie Ziemi) w ciągu 1,5 roku swojego czasu życia. W tym czasie na Ziemi upłynęło 2000 lat. Czy, pomijając względy techniczne, jest to możliwe? Przyjmij, że przez niemal cały czas podróży statek poruszał się ruchem jednostajnym.

### Zadanie 15

Osoba o masie  $m = 70$  kg wbiega na najwyższe piętro wieżowca, znajdujące się na wysokości 200 m. Przyjmij, że energia przemian chemicznych w organizmie w 25% zamienia się na pracę, a pozostała część jest oddawana w postaci ciepła.

a) Oblicz, o ile wzrosłaby temperatura ciała tej osoby, gdyby nie oddawała ciepła otoczeniu. Przyjmij, że ciepło właściwe ciała człowieka jest równe ciepłu właściwemu wody.



rys. 8

b) Metodą, jaką stosuje organizm człowieka aby uniknąć przegrzania jest pocenie. Pot ulega odparowaniu, pobierając ciepło z ciała. Zakładając, że temperatura ciała w rozważanym przypadku nie podwyższyła się, a całe wydzielone ciepło zostało zużyte na odparowanie potu, oblicz ile potu odparowało.