

LXIII OLIMPIADA FIZYCZNA — ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

Rozwiązania zadań I stopnia należy przysyłać do **Okręgowych Komitetów Olimpiady Fizycznej** w terminach: część I — do 11 października b.r., część II — do 15 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>.

CZEŚĆ I (termin wysyłania rozwiązań — 11 października 2013 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 (nawet jeśli w treści zadania znajdują się odpowiedzi do wyboru, uzasadnienie jest wymagane). Za każde z 15 zadań można otrzymać maksimum 4 punkty.

Zadanie 1

Rozważmy balon w kształcie bryły obrotowej o wydłużonym kształcie. Powłoka balonu jest jednakowo gruba w każdym miejscu. Jak zmieniają się proporcje balonu po dalszym dopompowywaniu: będzie on bardziej wydłużony, bliższy kształtem kuli, czy proporcje się nie zmienią?

Dla uproszczenia przyjmij, że początkowo balon ma kształt walca zakończonych półsferami, a ciśnienie w jego wnętrzu jest równe ciśnieniu na zewnątrz.

Zadanie 2

Ujemny biegun akumulatora samochodowego jest zwykle podłączony do karoserii (masy). Chcemy wymontować taki akumulator, odłączając przewody przy pomocy niez izolowanych metalowych narzędzi. Biorąc pod uwagę względy bezpieczeństwa, od którego bieguna powinniśmy najpierw odłączyć przewód? W jakiej kolejności powinniśmy podłączać przewody montując akumulator z powrotem?

Zadanie 3

Stojąc na podłodze, jedną ręką podtrzymujemy lekko rower, żeby się nie przewrócił, a drugą ciągniemy w kierunku tyłu roweru za pedał znajdujący się w najniższym położeniu. W którą stronę – do przodu, czy do tyłu – przesunie się rower? Czy dla każdego roweru odpowiedź jest taka sama?

Zadanie 4

Rurka obraca się w płaszczyźnie poziomej podłogi ze stałą prędkością kątową ω . W odległości r od osi obrotu, wewnątrz rurki znajduje się kulka o średnicy nieco mniejszej od wewnętrznej średnicy rurki, utrzymywana w tej odległości za pomocą nitki. Ile będzie wynosić według nieruchomego obserwatora przyspieszenie kulki tuż po pęknięciu nitki? Pomiń tarcie kulki o rurkę.

Zadanie 5

Kartka papieru leży na równym poziomym stole. Przez środek kartki w stół wbito szpilkę, a do rogu kartki przyłożono siłę skierowaną równoległe do krótszego boku. Maksymalna wartość tej siły, przy której kartka jeszcze się nie obraca, to F_1 . Ile wynosi maksymalna

wartość siły nie powodującej jeszcze obrotu kartki, jeśli jest ona tak samo skierowana jak poprzednio i przyłożona w tym samym punkcie, a szpilka jest wbita w kartkę tuż przy rogu przeciwnym do punktu przyłożenia siły?

Zadanie 6

Rozważmy dwie identyczne kulki, znajdujące się początkowo na tej samej wysokości. W tym samym momencie jedną z nich rzucono poziomo, a drugą upuszczono z zerową prędkością początkową. Siła oporu powietrza działająca na kulki jest proporcjonalna do kwadratu prędkości. Która kulka wcześniej spadnie na ziemię? Jaka powinna być zależność siły oporu od prędkości, żeby kulki spadły jednocześnie?

Zadanie 7

Powiększenie w aparacie fotograficznym można uzyskać na dwa sposoby: zmieniając ogniskową (powiększenie optyczne) oraz powiększając do wymiarów zdjęcia jedynie fragment obrazu padającego na matrycę aparatu (powiększenie cyfrowe). Rozpatrzmy prosty model pierwszego przypadku: soczewka o ogniskowej f_1 znajdująca się w przybliżeniu w odległości f_1 od matrycy zostaje zastąpiona przez soczewkę o identycznej średnicy jak poprzednia (ta sama wielkość otworu, przez który przechodzi światło) o ogniskowej $f_2 > f_1$ znajdującą się w przybliżeniu odległości f_2 od matrycy. Który przypadek – powiększenie optyczne, czy cyfrowe – jest bardziej korzystny z punktu widzenia teoretycznej przydatności do robienia zdjęć przy słabym świetle (tzn. w którym przypadku na obszar matrycy, z którego powstanie zdjęcie, w tym samym czasie pada więcej światła)? Przyjmij, że przedmiot znajduje się w odległości od soczewki znacznie większej od ogniskowej, a ogniskowa jest znacznie większa od średnicy soczewki.

Zadanie 8

Maksymalna możliwa zdolność rozdzielcza układu optycznego jest określona przez efekty dyfrakcyjne. Dla aparatu fotograficznego możemy ją określić jako wielkość na zdjęciu plamki będącej obrazem odległego, punktowego źródła światła. Rozważając wprowadzone w zadaniu 7. metody powiększenia (optyczne i cyfrowe) ustal, która metoda prowadzi do lepszej teoretycznej zdolności rozdzielczej aparatu. Przyjmij takie same założenia jak w zadaniu 7.

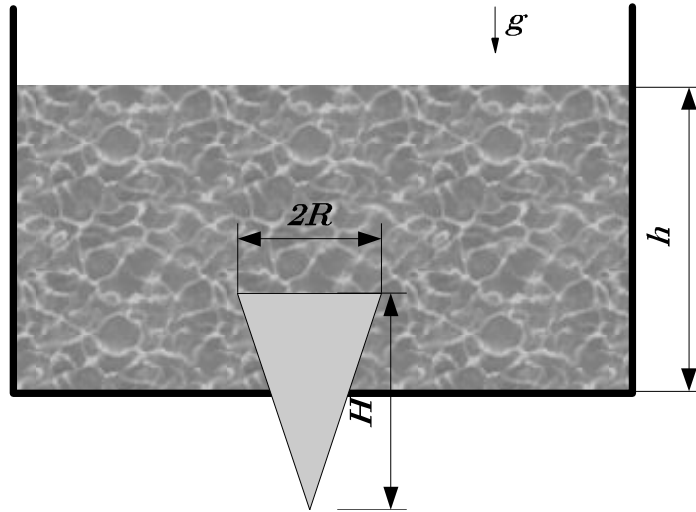
Zadanie 9

Mamy dwa trójkołowe rowery o jednym kole sterującym z przodu i dwóch kołach z tyłu. Przednie koła są takie same, natomiast tylne w pierwszym rowerze są duże, a w drugim małe. Który z rowerów jest stabilniejszy przy szybkiej jeździe na zakręcie o małym promieniu, tzn. w którym przypadku niebezpieczeństwo przewrócenia się na bok jest mniejsze? Przyjmij, że położenie punktów styczności kół z podłożem, położenie środka masy oraz masa roweru z rowerzystą są takie same w obu przypadkach. Droga jest równa i pozioma. Koła rowerów nie są amortyzowane, a ich masa w obu przypadkach jest taka sama. Przyjmij, że większość masy koła znajduje się w pobliżu jego obwodu.

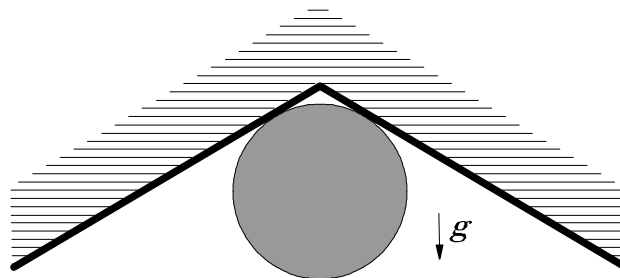
Zadanie 10

W płaskim dnie naczynia znajduje się okrągły otwór o promieniu $R/2$. Otwór zatkało korkiem w kształcie stożka o wysokości H i promieniu podstawy R (patrz rysunek). Wysokość poziomu cieczy w naczyniu wynosi h . Jakie co najmniej musi być h , aby korek nie wyskoczył z otworu?

Średnia gęstość korka jest znacznie mniejsza od gęstości cieczy. Między korkiem a otworem nie występuje tarcie.



Zadanie 11



Robert kopnął piłkę tak, że ugrzęzła w załamaniu – o kącie 120° – skośnego sufitu (patrz rysunek). Ile co najmniej musi wynosić współczynnik tarcia piłki o sufit, aby to było możliwe?

Piłka nie przykleja się do sufitu.

Zadanie 12



Rozważmy kondensator płaski, którego okładki są kołami o promieniu r , a odległość między nimi wynosi d . Do kondensatora dochodzą długie, prostoliniowe przewody. Wyznacz pole magnetyczne w punkcie znajdującym się w równej odległości od każdej z okładek, w odległości $R = 2r$ od osi kondensatora, gdy

- a) przez przewody płynie prąd I ,
- b) przez przewody nie płynie prąd, ale ośrodek między okładkami ma pewne przewodnictwo elektryczne i między okładkami płynie jednorodny prąd o całkowitej wartości I (kondensator się rozładowuje).

Zadanie 13

Przez gęsto nawiniętą cewkę o N zwojach, długości L i promieniu $R \ll L$ płynie prąd o natężeniu I . Rozważmy płaszczyznę przechodzącą przez środek cewki i prostopadłą do jej osi. Ile wynosi strumień indukcji pola magnetycznego przez część tej płaszczyzny, znajdującą się na zewnątrz cewki?

Uwzględnij, że płaszczyzna jest nieskończona (tzn. jej rozmiary są znacznie większe od L).

Zadanie 14

Marek używa elektronicznej wagi łazienkowej. Ze zdziwieniem stwierdził, że gdy waży się w łazience, której podłoga wyłożona jest płytkami ceramicznymi, to waga wskazuje 60 kg, a gdy waży się w pokoju wyłożonym miękką wykładziną, to waga wskazuje 55 kg. Jak to jest możliwe?

Zadanie 15

Wyniki eksperymentów przeprowadzonych w Wielkim Zderzaczu Hadronów (LHC) Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych (CERN) potwierdzają hipotezę, że istnieje cząstka nazwana bozonem Higgsa i że masa tej cząstki wynosi ok. $125 \text{ GeV}/c^2$.

Jedną z możliwości rozpadu bozonu Higgsa jest rozpad na cztery miony (dwa μ^+ i dwa μ^-) o masie $106 \text{ MeV}/c^2$ i średnim czasie życia $\tau = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ s}$ każdy. Jaką średnio drogę w układzie bozonu Higgsa przebędzie do momentu swojego rozpadu każdy z mionów przy założeniu, że nie zderzy się z innymi cząstkami?

W przypadku relatywistycznym obowiązują wzory: $E^2 = m^2c^4 + p^2c^2$, $v = pc^2/E$, $T = T_0 \cdot E/(mc^2)$, gdzie E , p , m , v oraz c to odpowiednio energia całkowita, pęd, masa, prędkość oraz prędkość światła, T_0 to średni czas życia cząstki we własnym układzie odniesienia, T to średni czas życia tej cząstki dla obserwatora, względem którego ma ona energię E .

Uwaga: Pierwszym etapem opisanego rozpadu bozonu Higgsa są dwa bozony Z , a dopiero one rozpadają się na miony. Średni czas życia bozonu Z jest jednak tak mały, że ten etap został powyżej pominięty.