

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Ogólnopolska Olimpiada „O Diamentowy Indeks AGH” 2023/2024
Fizyka – Etap 1

Uwaga: za każde poprawnie rozwiązane zadanie uczestnik może uzyskać maksymalnie 20 punktów.

Zadanie 1. Celem zadania jest próba oszacowania czasu zsuwania się punktu materialnego bez tarcia i bez prędkości początkowej po zakrzywionym torze w kształcie jednej czwartej łuku okręgu o promieniu $R = 1$ m. Tor rozpoczyna się pionowym spadkiem, a kończy poziomym wypłaszczeniem. Krzywoliniowy tor zastępujemy odpowiednią liczbą jednakowej długości odcinków (cięciw), tworzących równie pochyłe. Zastosuj trzy przybliżenia:

- a) jedna cięciwa łącząca najwyższy i najniższy punkt łuku – taka równia pochyła ma kąt nachylenia do poziomu 45° ;
- b) dwie równe cięciwy – równie o kątach nachylenia do poziomu $22,5^\circ$ i $67,5^\circ$;
- c) trzy równe cięciwy – równie o nachyleniach do poziomu 15° , 45° i 75° .

Dla każdego przypadku oblicz: długość całkowitą toru ruchu przybliżonego odcinkami, całkowite czasy zsuwania oraz prędkości końcowe. Załóż, że ruch punktu w miejscach załamań toru przybliżonego odcinkami odbywa się bez straty energii. Przyjmij $g = 9,81$ m/s².

Zadanie 2. Do pionowej osi obrotu przymocowano dwie nitki o długościach $L_1 = 30$ cm (dolna nitka) i $L_2 = 50$ cm (górną nitka). Nitki są przyczepione na dwóch różnych wysokościach odległych od siebie o $H = 40$ cm. Wolne końce nitek są przyczepione do punkтового ciała o masie $m = 100$ g. Wytrzymałość na zerwanie obu nitek jest taka sama i wynosi $W = 10$ N. Rozważ sytuację, w której, po wprawieniu układu w ruch obrotowy wokół osi, obie nitki są napięte. Dla jakiej prędkości kątowej (ω_z) nastąpi zerwanie pierwszej (dolnej) nitki? Czy, po zerwaniu pierwszej nitki, druga (górną) nitka również ulegnie zerwaniu przy prędkości kątowej równej ω_z ? Przyjmij $g = 9,81$ m/s².

Zadanie 3. Wyprowadź wzór na sprawność cyklu termodynamicznego Otta, składającego się z dwóch adiabat i dwóch izochor. Przyjmij, że największa i najmniejsza objętość gazu w cyklu to V_{\max} oraz V_{\min} , a gazem roboczym jest gaz doskonały o wykładniku adiabaty równym κ .

Uwaga: Przedstaw cykl Otta w układzie współrzędnych (V, p) i zaznacz na nim cztery kolejne temperatury. Wykorzystaj własność przemiany adiabatycznej, dla której nie występuje wymiana ciepła, więc praca wykonana przez gaz jest równa zmianie energii wewnętrznej. Dla przemiany izochorycznej gaz nie wykonuje pracy, więc wymienione ciepło jest równe zmianie energii wewnętrznej. Zatem zarówno pracę, jak i ciepło można wyrazić przez zmiany energii wewnętrznej, która jest funkcją wyłącznie temperatury. Wykorzystaj równanie adiabaty w zmiennych T, V , by przejść z funkcji temperatury na funkcję objętości. Obliczając sprawność cyklu Otta, zakładamy, że objętość pobieranego paliwa jest zaniedbywalnie mała w stosunku do objętości gazu roboczego.

Zadanie 4. Układ elektryczny zasilany jest przez dwie identyczne baterie, każda o sile elektromotorycznej $\varepsilon = 4,5$ V i oporze wewnętrznym $r_w = 0,2$ Ω , połączone szeregowo lub równolegle. Obwód zewnętrzny zbudowany jest z dwóch dwuomowych oporników ($R = 2$ Ω). Dla jakiej kombinacji połączeń oporników zewnętrznych między sobą i z zasilaniem (w obu wariantach połączeń baterii) moc wydzielana na opornikach wewnętrznych baterii jest największa i ile ona wynosi?

Zadanie 5. Na ławie optycznej umieszczone są kolejno: przedmiot, soczewka skupiająca o ogniskowej f_1 i soczewka rozpraszająca o ogniskowej $f_2 = -f_1$. Przedmiot znajduje się w odległości $x_1 = 1,5f_1$ od soczewki skupiającej, a soczewka rozpraszająca jest oddalona od soczewki skupiającej o odległość $d = 4f_1$. Przedstaw konstrukcję obrazu tworzonego przez taki układ soczewek oraz oblicz powiększenie, jakie daje ten układ. Na potrzeby konstrukcji przyjmij $f_1 = 2$ cm. Uzasadnij, czy da się otrzymać ostry obraz przedmiotu umieszczonego w $x_1 = 2f_1$ dla dowolnej odległości d , aby uzyskać to samo powiększenie?