

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>.

Krótką informacją na temat poprawnej redakcji rozwiązań zadań Olimpiady Fizycznej

Zadania powinny być rozwiązane jasno, przejrzysto i czytelnie. Każde zadanie powinno być rozwiązane na oddzielnej kartce papieru. Poszczególne etapy rozumowania należy opisać, a wszelkie zależności fizyczne, które nie są wprost podane w podręcznikach szkolnych – udowodnić. Należy również objaśnić wszelkie oznaczenia występujące w rozwiązaniach zadań. Rysunki mogą być wykonane odręcznie – muszą być jednak przejrzyste i czytelne oraz dobrze opisane w tekście.

Rozumowanie przedstawione w rozwiązaniach nie może zawierać luk logicznych. Każdy krok rozumowania powinien być zwięźle opisany, a przyjęte założenia – klarownie uzasadnione. Rozwlekłość jest uznawana za ujemną cechę pracy.

Rozwiązanie zadania teoretycznego powinno być poprzedzone analizą problemu poruszanego w zadaniu, a zakończone dyskusją wyników. Rozwiązania zadań teoretycznych powinny odnosić się do ogólnej sytuacji opisanej w treści, dane liczbowe (o ile podane) powinny być podstawione dopiero do ostatecznych wzorów.

W zadaniach doświadczalnych należy wyraźnie rozgraniczyć części teoretyczną i doświadczalną. Część teoretyczna zadania doświadczalnego powinna zawierać analizę problemu wraz z wyprowadzeniem niezbędnych wzorów (o ile nie ma ich wprost w podręcznikach szkolnych) oraz sugestię metody doświadczalnej. Część doświadczalna powinna zawierać m.in. opis układu doświadczalnego ilustrowany rysunkiem, opis wykonanych pomiarów, wyniki pomiarów, analizę czynników mogących wpływać na wyniki (jak np. rozpraszanie energii lub opory wewnętrzne mierników), opracowanie wyników wraz z dyskusją niepewności pomiarowych. Wykresy do zadania doświadczalnego powinny być starannie wykonane, najlepiej na papierze milimetrowym. Ocenie podlegają wyłącznie elementy rozwiązania opisane w pracy. W zadaniach doświadczalnych osobno oceniana jest część teoretyczna i część doświadczalna.

W rozwiązaniach można posługiwać się dowolnym układem jednostek, chyba że tekst zadania mówi wyraźnie inaczej.

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

Należy przesłać rozwiązania trzech (i tylko trzech) dowolnie wybranych zadań teoretycznych. Za każde z trzech zadań można otrzymać maksimum 20 punktów.

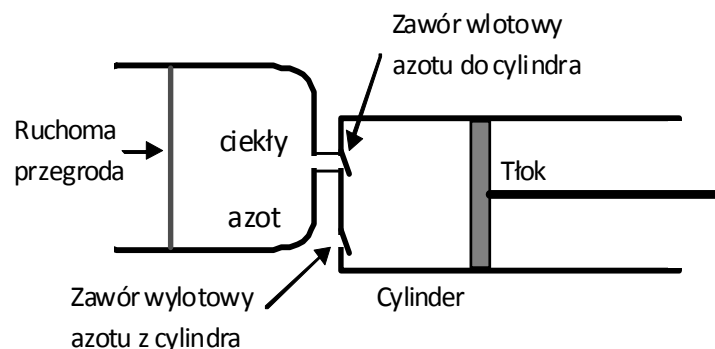
Zadanie T1

Astronomowie zaobserwowali zbliżającą się do Ziemi planetoidę. Ustalono, że planetoida znajdowała się w odległości $r_0 = 50000$ km od środka Ziemi, zbliżała się do niego z prędkością $v_0 = 20$ km/s, a jej prędkość kątowna względem tego środka, mierzona w układzie inercyjnym, wynosiła $\omega_0 = 5,6 \cdot 10^{-5}$ rad/s.

Pomijając wpływ Słońca, Księżyca i innych ciał niebieskich ustal, czy planetoida ominie Ziemię.

Zadanie T2

Skonstruowano samochód napędzany ciekłym azotem. Silnik samochodu działa wieloetapowo. W pierwszym etapie porcja azotu wrze w temperaturze T_1 i pod ciśnieniem p_1 , a powstająca para przesuwając tłok. Po odparowaniu całej porcji azotu jest on jednocześnie ogrzewany i rozprężany, tak, że ciśnienie maleje liniowo ze wzrostem objętości, a w końcowym punkcie tego etapu ciśnienie i temperatura azotu są równe ciśnieniu otoczenia p_0 i temperaturze otoczenia T_0 . Następnie tłok wypychając azot do otoczenia powraca do położenia początkowego i pobierana jest kolejna porcja ciekłego azotu. Zbiornik posiada przegrodę, przesuwającą się w trakcie pobierania tej porcji tak, by ciśnienie w zbiorniku pozostawało stałe (całkowita praca wykonywana w tym etapie jest równa zero – praca zużywana na przesunięcie przegrody jest równa pracy uzyskiwanej przy przesuwaniu tłoka).



Schemat silnika

Gęstość ciekłego azotu w temperaturze T_1 i pod ciśnieniem p_1 wynosi ρ_1 , a ciepło parowania – q_1 .

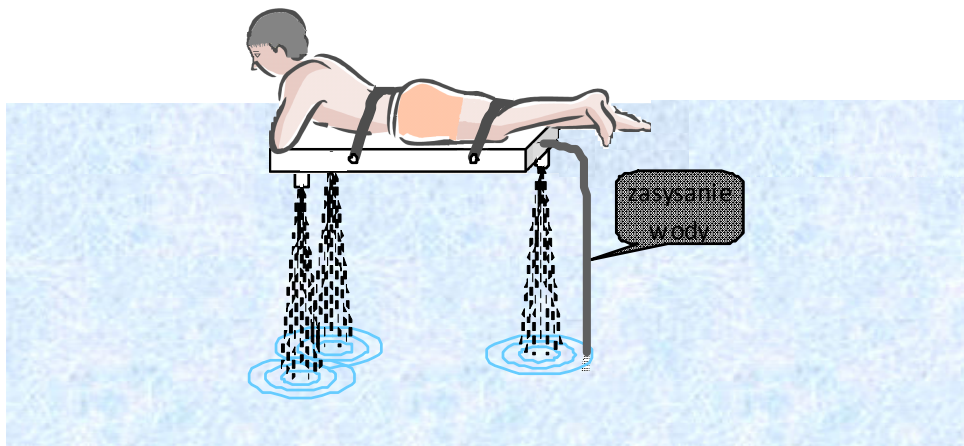
Jaką średnią moc P ma silnik samochodu, jeśli zużywa on masę Δm azotu w ciągu czasu Δt ?

Podaj wartość liczbową tej mocy dla $T_1 = 107 \text{ K}$, $p_1 = 1,23 \cdot 10^6 \text{ Pa}$, $\rho_1 = 644 \text{ kg/m}^3$, $T_0 = 300 \text{ K}$, $p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, $\Delta m = 10 \text{ kg}$, $\Delta t = 3600 \text{ s}$.

Przyjmij, że gazowy azot jest gazem doskonałym o stałym cieple właściwym. Masa molowa gazowego azotu to $\mu = 0,028 \text{ kg/mol}$. Uniwersalna stała gazowa $R = 8,31 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$.

Zadanie T3

Skonstruowano urządzenie, które przypięte do człowieka, umożliwia unoszenie się go nad powierzchnią wody. Posiada ono dysze, z których pionowo w dół wytryskuje woda, przy czym całkowita powierzchnia przekroju poprzecznego wytryskujących strumieni wynosi s_1 . Woda jest zasysana rurą o przekroju poprzecznym s_2 . Gęstość wody wynosi ρ , przyspieszenie ziemskie wynosi g .

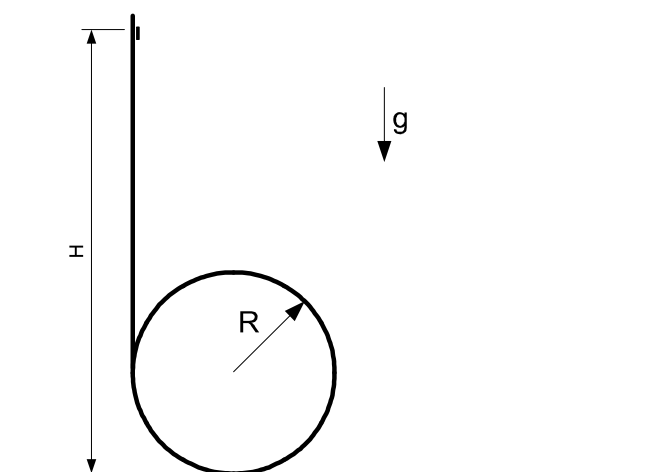


Jaka powinna być prędkość wypływu wody v , aby to urządzenie wraz przypiętą osobą utrzymało się nad powierzchnią wody, jeśli całkowita masa (urządzenie, człowiek, woda w rurach) wynosi m ?

Pomijając straty energii przy zasysaniu wody oraz na dalszych etapach jej przepływu, wyznacz moc P , jaka jest wydatkowana, gdy urządzenie unosi się na wysokości h (jest to odległość wylotów dysz od powierzchni wody).

Przyjmując $m = 150 \text{ kg}$, $s_1 = 0,005 \text{ m}^2$, $s_2 = 0,005 \text{ m}^2$, $h = 5 \text{ m}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ wyznacz v oraz P .

Zadanie T4 – numeryczne



Rozważmy tor składający się z bardzo długiego pionowego odcinka oraz pętli o promieniu R i kącie 450° przechodzącej w poziomy odcinek.

Z pewnej wysokości, po pionowym odcinku toru puszczamy mały klocek, którego współczynnik tarcia o tor wynosi μ . Niech H będzie minimalną wysokością, z której puszczony klocek przebędzie całą pętlę nie odrywając się od niej.

Wyznacz H dla μ od 0 do 0,5 co 0,05.

Pomiń opór powietrza.

Uwaga:

Wskazówki dotyczące rozwiązywania zadań numerycznych znajdziesz w treściach i rozwiązaniach zadań numerycznych z poprzednich olimpiad.

ZADANIA DOŚWIADCZALNE

Należy przesłać rozwiązania dwóch (i tylko dwóch) zadań dowolnie wybranych z trzech podanych zadań doświadczalnych. Za każde zadanie można otrzymać maksimum 40 punktów.

Zadanie D1

Na ciecz przepływającą przez wąską rurkę działa siła oporu F_{op} proporcjonalna do iloczynu długości rurki L oraz przepływu cieczy Q (masy cieczy wypływającej z rurki w jednostce czasu). Możemy zatem zapisać $F_{op} = \alpha \cdot Q \cdot L$, gdzie α jest pewnym współczynnikiem. Masz do dyspozycji:

- plastikową butelkę o pojemności około 1 litra,
- menzurkę o pojemności około 1 litra,
- olej spożywczy (np. słonecznikowy),
- linijkę lub papier milimetry,
- słomkę do napojów o średnicy $5 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$,
- plastelinę i taśmę klejącą,
- nożyczki do cięcia butelki i słomki,
- statyw,
- kamerę internetową podłączoną do komputera z programem umożliwiającym odczytanie dokładnego czasu danej klatki filmu.

Wyznacz zależność przepływu oleju przez słomkę od ciśnienia na wysokości wlotu słomki. Pomiary przeprowadź w zakresie ciśnień od 0 do 1200 Pa ponad ciśnienie atmosferyczne. Na tej podstawie wyznacz współczynnik α . Przyjmij, że gęstość oleju wynosi $\rho = 0,9 \text{ g/cm}^3$.

Zadanie D2

Podczas działania latarki wolframowe włókno żarówki znaczną część dostarczanej energii emituje w postaci promieniowania elektromagnetycznego. Jeśli jednak stłuc szklaną bańkę i umieścić żarówkę w cieczy, dominujące stają się inne mechanizmy chłodzenia. Odprowadzana moc P jest w znacznym zakresie temperatur proporcjonalna do różnicy temperatury włókna T i temperatury otoczenia T_0 : $P = \alpha \cdot (T - T_0)$. Wyznacz współczynnik α dla trzech różnych cieczy: wody, gliceryny i oleju jadalnego. Masz do dyspozycji:

- żarówkę od latarki na napięcie z zakresu 3 V do 6 V,
- regulowane źródło napięcia stałego (np. zasilacz lub baterię z opornicą),
- woltomierz i amperomierz (np. dwa mierniki uniwersalne),
- kable połączeniowe,
- zlewkę,
- wodę, glicerynę i olej jadalny (np. słonecznikowy).

Przyjmij następującą zależność oporu właściwego wolframu ρ od temperatury

$$\rho = \rho_0 \cdot [1 + \beta \cdot (T - T_0)]$$

gdzie ρ_0 jest pewnym współczynnikiem, a $\beta = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. W rozwiązaniu podaj dane techniczne użytej żarówki.

Zadanie D3

Masz do dyspozycji:

- dwie lampy z odsłoniętymi identycznymi żarówkami (bez klosza ani reflektora),
- linijkę lub taśmę mierniczą,
- 10 mikroskopowych płytek szklanych (podstawowych),
- kartkę papieru z niewielką tłąstą plamą.

Wyznacz, jaka część światła padającego prawie prostopadle na pojedynczą płytkę szklaną ulega odbiciu. Zaniedbaj absorpcję światła w szkle.