

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Olimpiada "O Diamentowy Indeks AGH" 2020/2021

Fizyka – Etap 3

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

1. Podróżny poruszając się na lotnisku elektryczną hulajnogą pokonał ruchomy chodnik o długości $s=198$ m w czasie $t_1=36$ s. Jadąc tym samym chodnikiem, ale w przeciwną stronę, jazda zajęła mu czas $t_2=44$ s. Oblicz prędkość ruchomego chodnika względem budynku lotniska i prędkość hulajnogi względem podłoża (chodnika). Ile obrotów wykona koło hulajnogi o średnicy $D=20$ cm przy pokonywaniu dystansu zgodnie z ruchem chodnika, jak i pod prąd. Załóż, że koła hulajnogi cały czas kręcą się ze stałą prędkością kątową.
2. Samolot odrzutowy porusza się z szybkością $v=900$ km/h i spala w ciągu sekundy $\mu_1=2$ kg/s paliwa lotniczego. Silnik tego samolotu zasysa powietrze z zewnątrz samolotu w ilości $\mu_2=50$ kg/s, które następnie miesza się z paliwem lotniczym. Powstający podczas spalania paliwa w zasysanym powietrzu gaz wylatuje z dyszy silnika z prędkością względną równą $u_g=1800$ km/h. Oblicz, siłę hamowania samolotu związaną z zasysaniem powietrza oraz siłę odrzutu silnika. Ile wynosi efektywna siła ciągu silnika? Zaniedbać ruch powietrza (wiatr) w atmosferze ziemskiej.
Uwaga: Silnik odrzutowy samolotu jest częścią układu o zmiennej masie. Siła działająca na silnik związana z zasysaniem lub wyrzucaniem w ciągu jednej sekundy μ kilogramów gazów (powierza, spalin) z prędkością względem silnika wynoszącą u wyraża się wzorem: $F = \mu u$.
3. Silnik cieplny pracuje według cyklu składającego się z dwóch izobar i dwóch adiabat. Gazem roboczym jest azot (N_2), którego wyższe ciśnienie wynosi $p_1=10^7$ Pa, a niższe $p_2=10^6$ Pa.
(a) Przedstaw cykl pracy silnika na wykresie $p(V)$. (b) Zapisz równanie adiabaty $pV^\kappa = const$, gdzie $\kappa \equiv c_p/c_v$, za pomocą równania $Tp^\beta = const$, gdzie wykładnik β można wyrazić przy pomocy wykładnika adiabaty κ . (c) Oblicz stosunek ciepła oddawanego z układu do ciepła pobranego do układu, oraz sprawność silnika pracującego w tym cyklu.
Uwaga: Przemianę adiabatyczną charakteryzuje brak wymiany ciepła z otoczeniem, a stałe oznaczone jako $const$ nie są to uniwersalne stałe fizyczne, lecz dla każdej adiabaty przyjmują inną stałą wartość.
4. Obwód elektryczny został zmontowany z połączonych szeregowo: opornika o oporze $R=10 \Omega$ i diody świecącej typu LED. Dla opornika spełnione jest prawo Ohma, natomiast dla diody LED mamy do czynienia z przesuniętą charakterystyką prądowo-napięciową. Jeżeli napięcie diody nie przekracza napięcia progowego ($U_D < U_p=1,5$ V), to prąd przez diodę nie płynie. Po przekroczeniu napięcia progowego, prąd płynący przez diodę wyraża się wzorem: $I(U_D)=(U_D-U_p)/R_D$, gdzie $R_D=10 \Omega$ jest parametrem diody o wymiarze oporu (tzw. oporność dynamiczna). Zrób wykresy spadku napięcia na diodzie, prądu płynącego przez diodę oraz mocy wydzielonej na diodzie jako funkcji napięcia zasilania U . Oblicz i zaznacz na sporządzonych wykresach wartości otrzymane dla dwóch wartości napięcia zasilającego U wynoszącego: $U_1=1$ V lub $U_2=3$ V?
5. Układ optyczny oka może być przedstawiony jako soczewka o regulowanej zdolności skupiającej, która dba o to by promienie tworzyły ostry obraz przedmiotu na siatkówce, odległej o $L=25$ mm od soczewki. Oblicz jaka jest minimalna D_{min} i maksymalna D_{max} zdolność skupiająca (odwrotność ogniskowej) oka człowieka, który widzi ostro w zakresie od $x_1=5$ cm do $x_2=1$ m. Jaką soczewkę korekcyjną D_k powinien założyć ten człowiek na oko, aby przesunąć zakres ostrego widzenia do nieskończoności? Do jakiej wartości zmieni się wtedy jego najbliższa odległość ostrego widzenia? Zakładamy, że zdolność skupiająca układu oko-soczewka jest sumą zdolności skupiającej oka i soczewki.