

ZADANIA TEORETYCZNE

Za każde z trzech zadań można otrzymać maksimum 20 punktów.

Zadanie T1

W pionowym jednorodnym polu magnetycznym o indukcji B zawieszono na nieważkiej, nierozciągliwej nici o długości l punktową masę m naładowaną ładunkiem q . Następnie masę wprowadzono w ruch po okręgu w płaszczyźnie poziomej, odległej o h od punktu zawieszenia nici. Niech f_1 oznacza częstotliwość obrotów, gdy ruch odbywa się zgodnie ze wskazówkami zegara (patrzac od góry), a f_2 – częstotliwość obrotów, gdy odbywa się w przeciwnym kierunku, lecz po tym samym torze.

Wyznacz $f_{sr} = (f_1 + f_2)/2$ oraz $\Delta f = f_1 - f_2$ jeśli $B = 0,06$ T, przyspieszenie ziemskie $g = 9,81$ m/s², $m = 1$ g, $q = 10^{-8}$ C, $h = 1$ m, $l = 1,2$ m.

Zadanie T2

Statek kosmiczny porusza się z wyłączonymi silnikami po eliptycznej orbicie wokół Ziemi. Najmniejsza odległość statku od środka Ziemi wynosi r_1 , a największa r_2 . Kapitan statku chce uwolnić się z pola grawitacyjnego Ziemi (oddalić się od niej na nieskończoną odległość) włączając na krótko silniki. W którym punkcie toru powinien to zrobić i w którą stronę powinny być skierowane dysze silników, aby zużył przy tym jak najmniejszą ilość paliwa?

Podaj ile powinien wynosić w szukanym optymalnym przypadku przyrost prędkości statku spowodowany włączeniem silników. Podaj wynik liczbowy gdy $r_1 = 7000$ km, $r_2 = 20000$ km.

Dodatkowe dane potrzebne do rozwiązania zadania wyszukaj w tablicach.

Pomiń wpływ Słońca, Księżyca i innych ciał niebieskich na ruch statku.

Uwaga: W rozpatrywanym przypadku suma energii potencjalnej i kinetycznej statku w ruchu po elipsie jest taka sama jak w ruchu po okręgu o promieniu $(r_1 + r_2)/2$.

Zadanie T3

Jednożyłowy, długi, prostoliniowy przewód elektryczny składa się z miedzianego rdzenia o promieniu r otoczonego warstwą izolatora z polichlorku winylu o grubości d .

Wiedząc, że temperatura zewnętrznej warstwy izolatora jest równa t_z , wyznacz temperaturę t_w zewnętrznej warstwy miedzianego rdzenia, gdy w przewodzie płynie prąd o natężeniu I .

Podaj wynik liczbowy gdy $r = 1$ mm, $d = 2$ mm, $t_z = 20^\circ$ C, $I = 30$ A.

Niezbędne dane (opór właściwy miedzi, przewodnictwo cieplne izolatora) znajdź w tablicach.

Pomiń zależność oporu elektrycznego od temperatury.

Wskazówka:

Jest duża, choć formalna, analogia między stacjonarnym przepływem ciepła, a elektrostatyką. Strumień energii cieplnej J_S przepływający przez daną powierzchnię S odpowiada strumieniowi indukcji elektrycznej, a źródła ciepła – ładunkom elektrycznym. Gdy mamy dwie bliskie, równoległe powierzchnie, odległe o d , przy czym na jednej temperatura wynosi T , a na drugiej $T + \Delta T$, to strumień energii cieplnej, płynący prostopadle do tych powierzchni jest równy $J_S = S\sigma \Delta T/d$, gdzie σ jest współczynnikiem przewodnictwa cieplnego materiału pomiędzy tymi powierzchniami. Jest to analogiczny związek, jak związek między strumieniem indukcji elektrycznej a potencjałem pola elektrycznego V : T odpowiada $-V$, a σ – przenikalności elektrycznej ϵ .

W próżni natężenie pola elektrycznego w odległości r od cienkiego, prostoliniowego przewodu, naładowanego ładunkiem λ na jednostkę długości jest równe $E = 2k\lambda/r$, a jego potencjał $V = 2k\lambda \ln(r/r_0)$, gdzie: $k = 1/(4\pi\epsilon_0)$, ϵ_0 – przenikalność elektryczna próżni, r_0 – stała dowolna, \ln – logarytm naturalny.