

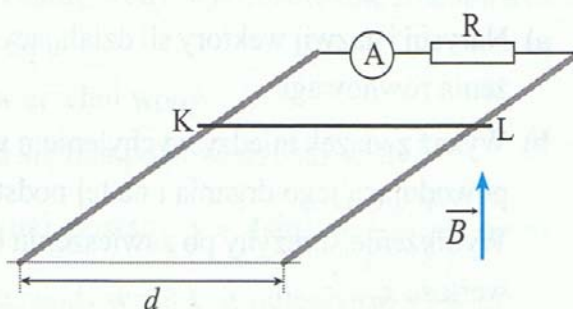
Klasa II

Zadania wstępne

Zadanie 1. (15 pkt)

W jednorodnym polu magnetycznym o indukcji \vec{B} , po dwóch długich metalowych szynach (odległych od siebie o długość d) połączonych rezystorem R i tworzących równię pochyłą o kącie nachylenia α , zsuwa się metalowy pręt KL o masie m (rysunek obok).

Szybkość początkowa pręta była równa zero. W trakcie zsuwania się pręta amperomierz wskazuje przepływ prądu. Rezystancję szyn, pręta i przewodów oraz tarcie pomijamy.



- a) Określ kierunek prądu w pręcie KL .
- b) Przedstaw graficznie siły działające na zsuwający się pręt ze strony pola grawitacyjnego i pola magnetycznego (\vec{F}_g i \vec{F}_m) oraz ich składowe równoległe do szyn. Napisz objaśnienia.
- c) Pręt początkowo zsuwał się z malejącym przyspieszeniem, a następnie ze stałą szybkością. Przedstaw wzorem zależność wartości przyspieszenia a pręta od wartości sił wpływających na jego ruch (działających wzdłuż kierunku ruchu pręta). Dlaczego wartość przyspieszenia ruchu pręta malała aż do $a = 0 \frac{m}{s^2}$?
- d) Wyprowadź wzór przedstawiający zależność przyspieszenia a ruchu pręta od natężenia prądu I płynącego przez pręt i kąta nachylenia α szyn do poziomu.
- e) Wykorzystując prawo indukcji Faraday'a, które wyraża wzór $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, wykaż, że wyrażenie określające szybkość v ruchu jednostajnego pręta ma postać $\frac{mgR \operatorname{tg} \alpha}{B^2 d^2 \cos \alpha}$.
- f) Jakim ruchem poruszałby się pręt, gdyby przerwać połączenie szyn z rezystorem? Uzasadnij odpowiedź.

Zadanie 2. (18 pkt)

Niewielka rakieta wystartowała z Ziemi pionowo i poruszała się przez 50 sekund z przyspieszeniem o wartości $a_1 = 2g$. Po tym czasie wyczerpało się paliwo i dalej rakieta poruszała się bez napędu aż do upadku na Ziemię. Zaniedbujemy opory ruchu, masę zużywanego paliwa oraz zmianę wartości przyspieszenia grawitacyjnego g (przyjmij $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) wraz ze zmianą odległości rakiety od powierzchni Ziemi.

- Ruch rakiety od chwili startu do upadku odbywał się w trzech etapach. Jakim ruchem i z jakim przyspieszeniem poruszała się rakieta w dwóch kolejnych etapach ruchu po wyłączeniu silnika?
- Oznaczając symbolami F_g i F_n odpowiednio wartości siły grawitacji i siły napędu silnika, napisz dynamiczne równania ruchu (czyli przedstawiające zależności między przyspieszeniem ciała i działającymi na nie siłami) dla każdego z trzech etapów ruchu rakiety. Przy każdym równaniu napisz, jaki etap ruchu rakiety ono opisuje.
- Oblicz szybkość rakiety w chwili wyłączenia silnika i ustal jej wartość w chwili maksymalnego oddalenia rakiety od Ziemi.
- Oblicz maksymalną wysokość h , jaką osiągnęła rakieta oraz czas trwania poszczególnych etapów ruchu rakiety bez napędu.
- Narysuj na papierze milimetrowym w układzie współrzędnych o zwrocie osi v przeciwnym do zwrotu przyspieszenia \vec{g} , wykres zależności współrzędnej v prędkości \vec{v} ruchu (trzech etapów) rakiety od czasu t .
- Wyjaśnij, jak zmienia się ciężar przedmiotów znajdujących się w rakiecie od chwili startu rakiety do momentu jej upadku na Ziemię. Który ze stanów: stan przeciążenia, stan niedociążenia, stan nieważkości, występował w poszczególnych etapach ruchu rakiety?
- Uzasadnij, że w danym locie rakiety można było zaniedbać zmianę wartości przyspieszenia ziemskiego g wraz ze zmianą odległości h od Ziemi.
- Gdyby rakieta miała za zadanie wynieść satelitę na kołową orbitę okołoziemską, to cel nie byłby osiągnięty. Dlaczego?

Zadanie 3. (3 pkt)

Pod obciążnik na sprężynie podstawiono waniekę z wodą i wprowadzono obciążnik w drgania pionowe o okresie $T = 0,5$ s. Obciążnik uderzając w gładką powierzchnię wody wytworzył falę o amplitudzie $A = 4$ mm i długości fali $\lambda = 5$ cm.

- Nazwij falę rozchodzącą się po powierzchni wody.
- Oblicz, z jaką szybkością rozchodzi się fala po powierzchni wody.
- Równanie prostej fali harmonicznnej postaci $y = A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$ opisuje (w przybliżeniu) wychylenie cząstek wody w punkcie odległym o x od miejsca, w którym obciążnik uderza w wodę. Napisz równanie fali, gdy $x = 25$ cm, wyrażając wszystkie wielkości w jednostkach układu SI.