Politechnika Warszawska - Wydział Fizyki

Kuratorium Oświaty w Warszawie

XXII KONKURS FIZYCZNY dla szkół średnich

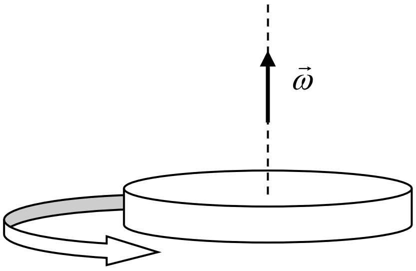
Finał - 12 marca 2016 r.

Zadanie 1A.

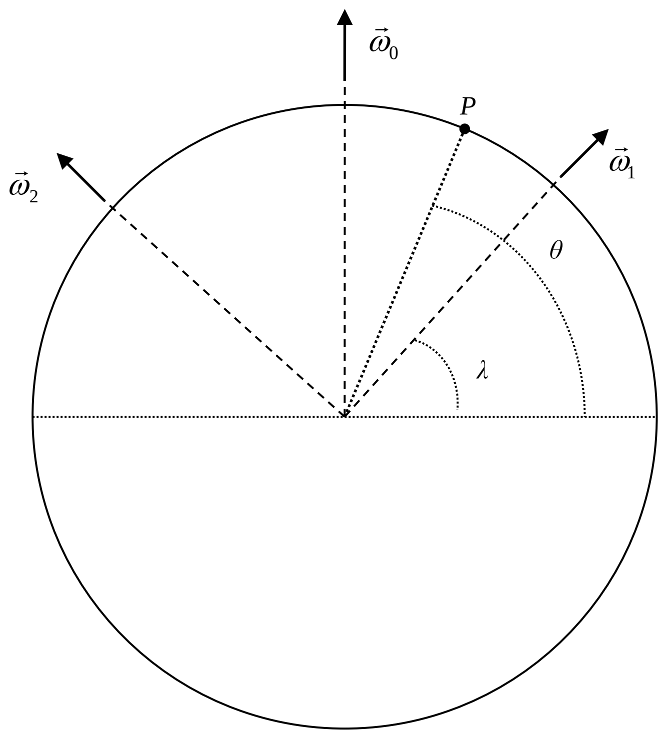
Jaka jest wartość prędkości kątowej Ziemi ω_0 wokół własnej osi określona względem odległych gwiazd? Przyjąć, że położenie osi Ziemi względem odległych gwiazd nie zmienia się, rok = 365,25 dni.

Zadanie 1B.

Do analizy ruchu obrotowego wygodnie jest wprowadzić prędkość kątową $\vec{\omega}$ jako wektor o wartości ω, kierunku zgodnym z osią obrotu i zwrocie określonym umownie regułą prawej dłoni.



W szczególności wektor prędkości kątowej Ziemi $\vec{\omega}_0$ można rozłożyć na składowe $\vec{\omega}_0 = \vec{\omega}_1 + \vec{\omega}_2$, gdzie osie *0, 1* i *2* przecinają się w środku Ziemi. Niech oś *1* przecina powierzchnię Ziemi na szerokości geograficznej λ, a oś *2* jest prostopadła do osi *1*. Rozpatrzmy punkt *P* na powierzchni Ziemi na szerokości geograficznej θ i znajdujący się w płaszczyźnie wyznaczonej przez osie *0, 1* i *2*.



Wykazać, że chwilowa prędkość liniowa $\vec{v}_0$ punktu P wynikająca z prędkości kątowej $\vec{\omega}_0$ jest równa prędkości chwilowej wynikającej ze złożenia chwilowych prędkości liniowych $\vec{v}_1$ i $\vec{v}_2$ wynikających odpowiednio z prędkości kątowych $\vec{\omega}_1$ i $\vec{\omega}_2$. Dowód przeprowadzić w sposób elementarny bez korzystania z własności iloczynu wektorowego.
Może być przydatny wzór $\cos(\alpha+\beta)=\cos\alpha\cos\beta-\sin\alpha\sin\beta$.

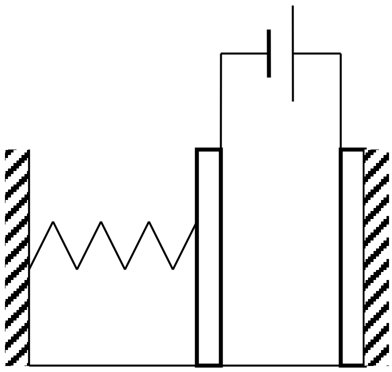
Zadanie 1C.

Płaszczyzna wahań wahadła matematycznego umieszczonego na biegunie będzie obracała się względem powierzchni Ziemi z prędkością kątową o wartości ω_0 wyznaczoną w Zad.1A. Płaszczyzna wahań tego wahadła umieszczonego na równiku będzie nieruchoma względem powierzchni Ziemi. Z jaką prędkością kątową będzie obracała się względem powierzchni Ziemi płaszczyzna wahań wahadła matematycznego w Warszawie (szerokość geograficzna 52^0)?

Zadanie 2.

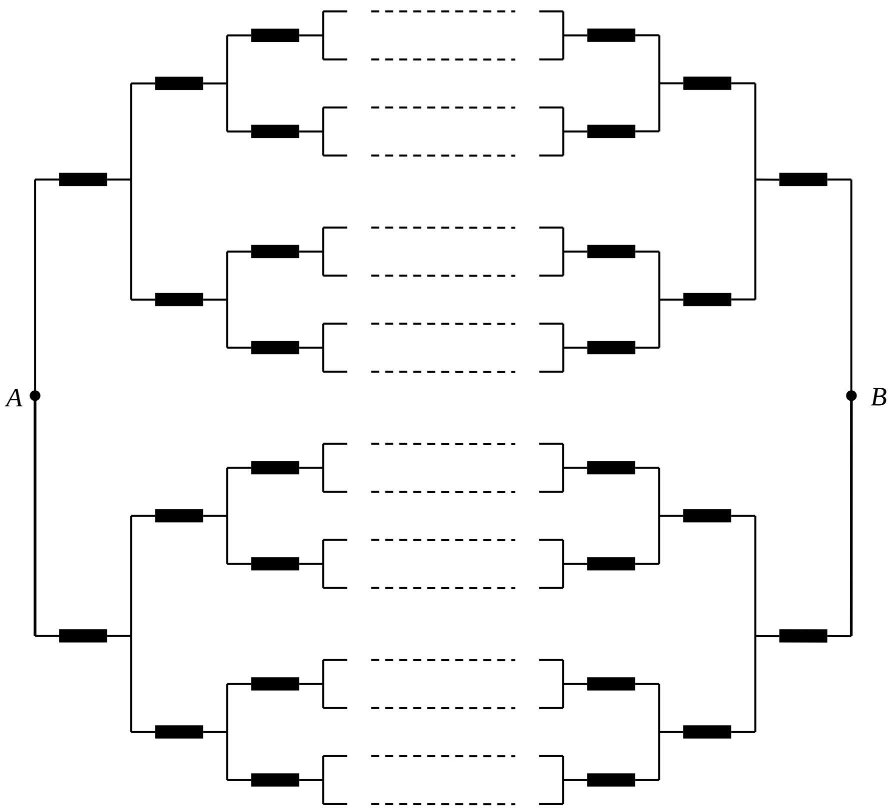
Szacowanie masy Galaktyki różnymi metodami daje różne wyniki. Przyjmijmy, że według oceny wizualnej w obszarze o promieniu R = 3 x 10^9 R_0 (R_0 – promień orbity Ziemi) od centrum Galaktyki znajduje się masa M_1 = 1,5 x 10^{11} M_0 (M_0 – masa Słońca). Tymczasem okres obrotu gwiazd znajdujących się w tej odległości od centrum Galaktyki wynosi T = 4 x 10^8 lat. Na podstawie tych danych wyznaczyć „ukrytą masę" Galaktyki, tzn. masę obiektów niewidocznych wewnątrz kuli o promieniu R.

Zadanie 3.



W kondensatorze płaskim jedna okładka jest nieruchoma, a druga może poruszać się. Okładka ruchoma przymocowana jest do ściany przy pomocy sprężyny o stałej sprężystości k. W chwili początkowej odległość pomiędzy okładkami wynosi d. Następnie okładki podłączono do źródła napięcia stałego. Przy jakiej maksymalnej wartości tego napięcia okładki nie zetkną się? Pole powierzchni każdej okładki A, tarcie zaniedbujemy, okładki są stale równoległe względem siebie.

Zadanie 4.



Wyznaczyć opór pomiędzy punktami *A* i *B* w nieskończonym ciągu oporników. Opór każdego z oporników ma wartość *r*.

Uwaga: W rozwiązaniach zadań należy przyjąć powszechnie znane stałe fizyczne (np.: *g, R,* ε_o itp.) za dane.

Odpowiedzi:

Zad. 1A.: $\omega_0 = \dfrac{(2\pi rad)(366{,}25)}{(365{,}25 dni)}$

Zad. 1C.: $\omega_1 = \omega_0 \sin 52^0$

Zad. 2.: $\dfrac{3}{16} \times 10^{11} M_0$

Zad. 3.: $V_{\max} = \sqrt{\dfrac{kd^3}{4\varepsilon_0 A}}$

Zad. 4.: $2r$