物理演習問題（１７） １１月１６日

[0] ２次元極座標を考え、半径 r と半径 $r+dr$ の２つの円でかこまれる幅 dr を持った円輪のうち、角度 θ から、角度 $\theta + d\theta$ の直線で挟まれる領域の面積を厳密に求めよ。また、ここで、微小量 dr または $d\theta$ の２次までとるとすれば微小面積要素が $dS = rdrd\theta$ と表されることを示せ。

[1]
(1) 以下について、式と言葉で説明せよ。
(a) 保存力 (b) エネルギーと仕事の関係 (c) ポテンシャルエネルギー
(d) 力学的エネルギー保存則
(2) 保存力と非保存力の例をあげよ。

[2]
(1) 地球の中心を通るまっすぐなトンネルを掘る。地表からボールを落としたら、ボールはトンネル内を単振動することを示せ。
(2) その周期を求めよ。
(3) 人工衛星が地表すれすれを等速円運動した場合の周期と (2) の結果を比較せよ。
ただし、トンネル内部はなめらかで、ボールとの摩擦はないとし、また、地球の自転も無視せよ。空気抵抗も考えなくてよい。
（地球の半径 6400[km] 、地球の質量 6.0×10^{24}[kg]）

[3]
(1) 太陽系から外宇宙へ旅をしたい。地球の軌道を出発し、太陽系外へ出るためにはどのくらいの初速度で地球の軌道を出発すればよいか。
(2) 火星の生命の痕跡を調べにいきたい。地球の軌道を出発し、火星探査をするためにはどのくらいの初速度で出発すればよいか。
（太陽の質量 2×10^{30}[kg]、太陽ー地球 間距離 1.5×10^{8}[km]、太陽ー火星 間距離は 地球の場合の 1.5 倍）

[4] 星雲の中での星の運動をしらべよう。星雲は全質量が M で、半径 R_0 の球形であり、内部の星の分布は一様であるとする。中心から $r < R_0$ の距離にある質量 m の星が、星雲中の他の星々の重力をうけて、星雲の中心のまわりを等速で円運動している。
(1) この星が、位置 r で受ける力を求めよ。
(2) 星の速さはどれだけか。

[5] １次元の運動を考える。一般に、安定平衡点近傍の運動は単振動になることを示せ。また、周期の表式を求めよ。