

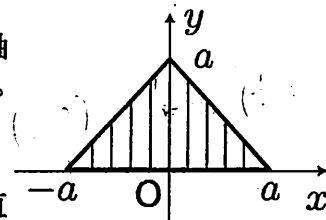
慶應義塾大学試験問題用紙（日吉）

平成 28 年 7 月 26 日 (火) 5 時限施行		学部		学科		年		組		試験時間	50 分	分
担当者名	岡, 齊藤 山内, 宮田	学籍番号								採点欄	※	
科目名	物理学B(一斉)	氏名										

- 解答用紙に学籍番号、氏名を書くこと。特に学籍番号の数字は記入例に従って丁寧に記すこと。
- 結果を導く過程がわかるように解答すること。計算には問題用紙の裏を用いてよい。

問題1. 図のように xy 平面内に置かれた三角形の薄い板に対して、慣性モーメントや重心などを考える。三角形の頂点は、 $(\pm a, 0), (0, a)$ である。板の面密度は σ である。

- (1) x 軸まわりの慣性モーメントを求めなさい。
- (2) y 軸まわりの慣性モーメントは、(1) と同じ値である。これをふまえ、 z 軸（原点を通り紙面に垂直な軸）まわりでの慣性モーメントを求めなさい。
- (3) この板の重心は y 軸上にある。重心の座標 $(0, y_G)$ を求めなさい。
- (4) (2) の慣性モーメントの値を I_0 とする。このとき、重心を通り紙面に垂直な軸まわりでの慣性モーメントを I_0, y_G, σ, a を使って求めなさい。

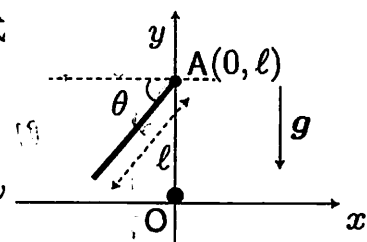


問題2. 質量 m の質点が、原点からの距離 r できまる中心力ポテンシャル $U(r) = -A/r$ ($A > 0$) の下での運動を考える。保存する角運動量ベクトルの方向を z 軸にとると、質点の運動は xy 平面に拘束される。必要であれば2次元極座標表示による加速度ベクトルの表現 $\ddot{\mathbf{r}} = (\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\mathbf{e}_r + (r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta})\mathbf{e}_\theta$ を使ってもよい。ただし $\mathbf{e}_r, \mathbf{e}_\theta$ はそれぞれ、距離 r 角度 θ が大きくなる方向の基底ベクトルである。

- (1) 基底ベクトル $\mathbf{e}_r, \mathbf{e}_\theta$ を使って質点の運動方程式を書きなさい。
- (2) (1) の方程式を使って、 $r^2\dot{\theta}$ が保存することを示しなさい。
- (3) $h = r^2\dot{\theta}$ のとき、質点の運動は円運動であった。この円運動の半径を A, m, h を使って求めなさい。

問題3. 図のように xy 平面内に拘束された細い棒と質点の運動を考える。棒の端点は点 $A(0, \ell)$ に固定され、その周りに滑らかに回転できる。棒は線密度 σ で長さが ℓ であり、重力加速度は鉛直下向きで大きさは g である。時刻 $t = 0$ において、棒は図のように水平な線から計った角度 $\theta = 0$ から静かに回転し始め、 $\theta = \pi/2$ で原点で静止している質量 m の質点に衝突する。以下の設問では、点 A を通り紙面に垂直な軸まわりでの棒の慣性モーメントを I において答えてもよい。

- (1) 角度 θ ($0 < \theta < \pi/2$) のとき、点 A まわりの棒の回転に関する運動方程式 (θ に関する方程式) を書きなさい。
- (2) 角度 θ ($0 < \theta < \pi/2$) のとき、角速度 $\dot{\theta}$ を求めなさい。
- (3) 衝突後質点は速度 v (> 0) を得て動き出した。衝突直前の棒の角速度を ω とおく。このとき、衝突直後の棒の角速度を求めなさい。



問題4. 長さ ℓ 、線密度 σ の鎖が、滑らかな台を落ちていく様子を考える。台の端での摩擦は無視でき、落ちていく過程で鎖は常に台の面に接している。重力加速度は鉛直下向きで大きさは g である。図のように、台の上にある鎖の部分、(a): 伸ばして置いた場合、および (b): 台の端に固めて置いた場合の2通りの設定を考え、落下速度の違いを見てみよう。いずれの場合も、鎖は長さ ℓ_0 だけ垂らした状態から静かに落ち始める。

- (1) (a) の場合、端から落ちた鎖の長さが x のとき、運動方程式をたてなさい。
- (2) (1) の運動方程式の両辺に、 \dot{x} をかけることにより保存量を求め、(a) の場合の落下速度 \dot{x} を x の関数として表しなさい。
- (3) (b) の場合、端から落ちた鎖の長さが x のときの運動方程式をたてなさい。
- (4) (3) の運動方程式の両辺に、 $x\dot{x}$ をかけて保存量を求め、(b) の場合の落下速度を x の関数として表しなさい。

