

2003年度 物理学 A (力学) 試験問題

(教官名) 新田英雄 (クラス) 理 I,05,18 (試験実施日) 9月1日 (月) 2限
 教科書の持ち込み: 不可, 答案用紙: 両面 1 枚, 計算用紙: 1 枚

(注意: 解答に際して必要となる問題に与えられていない物理量は, その定義を明確に述べてから用いること。重力加速度は g とする。どの問題から解答してもよいが, 問題番号を明記すること。)

1. 質量が各々 m_A, m_B である 2 個の質点 A, B から成る系を考える。2 つの質点は、質点間の距離 $|\mathbf{r}_A - \mathbf{r}_B|$ の関数であるポテンシャル $V(|\mathbf{r}_A - \mathbf{r}_B|)$ による力を及ぼしあっている。ここに \mathbf{r}_A 及び \mathbf{r}_B はそれぞれ物体 A, B の位置ベクトルを表す。外力は働いていない。ニュートンの運動の法則を用いて、以下の問いに答えよ。
- (a) 運動量保存則を導け。
 (b) エネルギー保存則

$$\frac{1}{2}m_A\mathbf{v}_A^2 + \frac{1}{2}m_B\mathbf{v}_B^2 + V(|\mathbf{r}_A - \mathbf{r}_B|) = \text{一定}$$

を導け。ここに \mathbf{v}_A 及び \mathbf{v}_B はそれぞれ物体 A, B の速度 $\dot{\mathbf{r}}_A, \dot{\mathbf{r}}_B$ を表す。

2. 質量 m の小球が、速度 v に比例する抵抗力 $-\gamma v$ を受けながら重力中を落下する。時刻 $t = 0$ のときの小球の速度は 0, 高さは h であったとする。時刻 t における小球の速度と位置を求めよ。また、そのグラフをそれぞれ描け。ただし、小球は地面に衝突したら静止するものとする。
3. 図 1 のように、中心 O で自由に回る円盤のふちを虫が滑らずに進む。最初、虫は図 (A) の位置に静止していた。虫が進むと、円盤は逆方向に回っていく。虫が (A) 図の位置に戻ったとき (つまり虫が 1 周したとき)、円盤はどれだけの角度回っているか。円盤の慣性モーメントを I , 半径を R , 虫の質量を m とせよ。重力の影響は無視する。虫と円盤の角運動量の和は保存しているものとする。

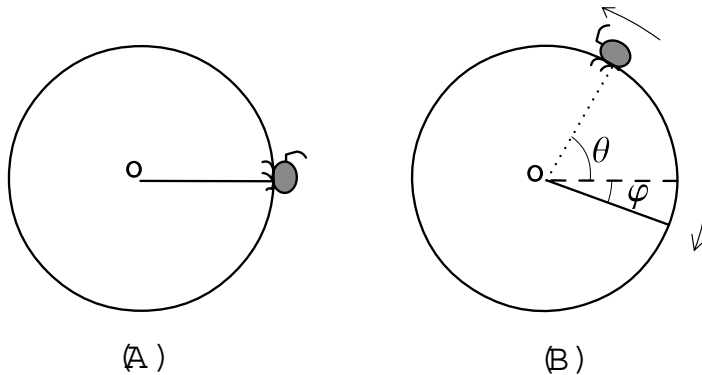


図 1:

4. 図2(A)のような「やじろべえ」を考える．やじろべえの頭部分(P点)の小球の質量を m , 腕の先の部分(A,B点)の小球の質量を M とし, 小球は質点とみなせるものとする．やじろべえの支点Oと点Pの距離を a , 腕の長さ $PA=PB$ を L , 直線ABと点Oとの距離を b とする．次の各問に答えよ．
- (a) 点Oを回転中心としたときのやじろべえの慣性モーメントを求めよ．ただし, すべての棒(OP,PA,PB)の質量は無視できるものとする．
- (b) (B)図のように, やじろべえを, わずかな角度 θ だけ傾けた．このとき, やじろべえは単振動とみなせる運動を示すことを示せ．またその周期を求めよ．

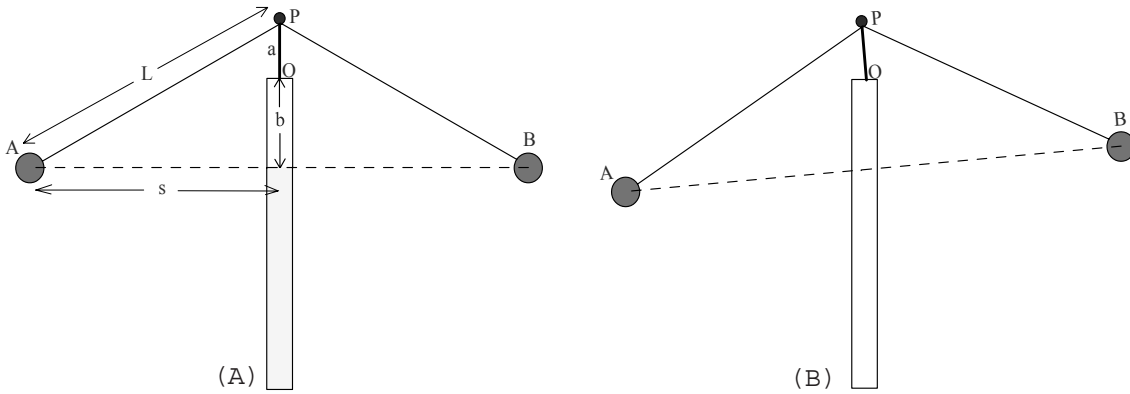


図 2:

(以上)