

2011 年度秋学期 力学Ⅱ・物理学ⅠB 期末試験

次の問に答えよ。ただし、答えのみではなく計算過程を適度にかくこと。なお、重力加速度は g とする。

1. 以下の問題を解け。

- (a) 30km/h で走っている質量 2t の車に、60km/h、8t の車が追突した結果、2t の車は 50km/h で押し出された。このとき追突した車の衝突直後の速度はいくらか。
- (b) 滑らかな水平な台に質量 M の板があり、その上に立っていた質量 m の人が板の上を板に対して距離 L だけ歩いたとき、板は台に対してどれだけ動くか。
- (c) $f(x) = \sqrt{1-x}$ で $x \ll 1$ の時、 x の 1 次の項までとり、 $\sqrt{1-x} \cong 1 - x/2$ である事を示せ。

2. 以下の剛体の慣性モーメント I と回転半径 k を求めよ。ただし、質量は M 、半径は a とする。

- (a) 円板（円板の中心を通り、円板に垂直な軸の周りの慣性モーメント）
- (b) 円柱（高さ h_0 、円柱に並行で円の中心を通る軸の周りの慣性モーメント）
- (c) 円筒（高さ h_0 、円筒に並行で円の中心を通る軸の周りの慣性モーメント）
- (d) 球（球の中心を通る軸の周りの慣性モーメント）

3. 質量 m_1 、 m_2 、 m_3 の 3 質点からなる質点系がある。それぞれの質点の速度ベクトルと点 O からの位置ベクトルを $\mathbf{v}_1$ 、 $\mathbf{v}_2$ 、 $\mathbf{v}_3$ 、 $\mathbf{r}_1$ 、 $\mathbf{r}_2$ 、 $\mathbf{r}_3$ とする。

- (a) 質量中心の位置ベクトル $\mathbf{r}_G$ を求めよ。
- (b) 質量中心 $\mathbf{r}_G$ の周りの質点系の全角運動量 $\mathbf{L}'$ を求めよ。ここから先は、解答に $\mathbf{r}_G$ を用いて良い。
- (c) 点 O の周りの質量中心の角運動量 $\mathbf{L}_G$ を求めよ。
- (d) 点 O の周りの質点系の全角運動量 $\mathbf{L}$ が、点 O の周りの質量中心の角運動量 $\mathbf{L}_G$ と質量中心 $\mathbf{r}_G$ の周りの質点系の全運動量 $\mathbf{L}'$ の和になることを示せ。

4. 水平方向に周期 T 、振幅 A で単振動する粗い台がある。台上の質量 m の物体と台の静止摩擦係数を μ とする。

- (a) 時刻 $t=0$ のとき、台上の 1 点 O' が慣性系の原点 O と一致していて台の速度は最大であった。このとき、振動方向を x 軸として O' の時刻 t での位置を表わせ。
- (b) O' の加速度の大きさが最大になるときの位置、加速度の大きさと向きはどうなるか。
- (c) 台上の物体が滑り出さない限界の振幅はいくらか。4