

力学 ICD 期末試験 (2020/01/27) v2.0

学生番号

氏名

注意： 使用した記号などは講義中のものと同じである。選択肢の中から適切なものを選んで解答用紙の所定の位置に記入せよ。ただし、2つ以上選んだ場合、選択肢に無いものを記入した場合、不明確な場合などは不正解とする。 全ての問題で途中計算や理由などの記述は不要。

1. 図のように滑らかな床に長さ L 、質量 M の一様な板がある。最初、板も人（質量 M ）も静止していた。板や人は x 軸にそってだけ動けるとする。（図の場合、人の x 座標は L ）。以下の設問に答えよ。



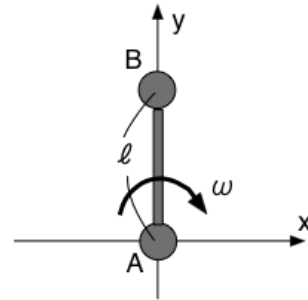
(1) この系全体の重心の x 座標を L を使って表せ。

選択肢 (0, $L/8$, $L/4$, $(3L)/8$, $L/2$, $(5L)/8$, $(3L)/4$, $(7L)/8$, L)

(2) ある時、人が板の右端から左端まで移動したとする。これにともない移動した板の左端の x 座標を L を使って表せ。

選択肢 (0, $L/8$, $L/4$, $(3L)/8$, $L/2$, $(5L)/8$, $(3L)/4$, $(7L)/8$, L)

2. 質量の無視できる長さ ℓ の棒の両端に質量 m の物体 A, B がついている。 x y 面内で A は原点に固定され、B がそのまわりを角速度 ω で時計方向に回転している。図のように、B が y 軸上に来た時、A を自由にした。この時間を $t=0$ とする。以下の問に答えよ。ただし、重力や摩擦などは無視する。また、物体は十分小さいとする。



1) $t=0$ での重心の速度の大きさはいくらか。

選択肢 $(\frac{1}{2}\ell\omega, \frac{1}{2}\ell^2\omega, \ell\omega, \ell^2\omega, 2\ell\omega, 2\ell^2\omega)$

2) $t=0$ での全運動量の大きさはいくらか。

選択肢 $(\frac{1}{2}m\ell\omega, \frac{1}{2}m\ell^2\omega, m\ell\omega, m\ell^2\omega, 2m\ell\omega)$

3) $t=0$ での原点のまわりの全角運動量の大きさはいくらか。 選択肢 $(\frac{1}{2}m\ell\omega, \frac{1}{2}m\ell^2\omega, m\ell\omega, m\ell^2\omega, m\ell\omega^2)$

4) $t=0$ での重心のまわりの全角運動量の大きさはいくらか。 選択肢 $(\frac{1}{2}m\ell\omega, \frac{1}{2}m\ell^2\omega, m\ell\omega, m\ell^2\omega, m\ell\omega^2)$

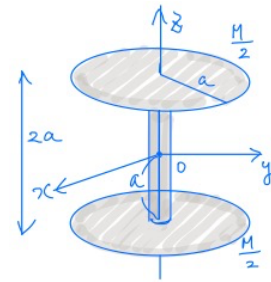
5) この後、この亜鈴の重心の速度の大きさはいくらか。 選択肢 $(0, \frac{1}{2}\ell\omega, \frac{1}{2}\ell^2\omega, \ell\omega, \ell^2\omega, 2\ell\omega, 2\ell^2\omega)$

6) また、重心のまわりの角速度はいくらか。 選択肢 $(\omega, \frac{1}{2}\omega, \ell\omega, \ell^2\omega, 2\ell\omega, 2\ell^2\omega)$

7) $t=\pi/\omega$ における B の位置の x 座標はいくらか。 選択肢 $(0, \frac{1}{2}\ell, \ell, \frac{\sqrt{2}}{2}\ell, \frac{1}{2}\ell\pi, \frac{\sqrt{2}}{2}\ell\pi, \frac{\sqrt{3}}{2}\ell\pi, \ell\pi)$

8) $t=\pi/\omega$ における B の位置の y 座標はいくらか。 選択肢 $(0, \frac{1}{2}\ell, \ell, \frac{\sqrt{2}}{2}\ell, \frac{1}{2}\ell\pi, \frac{\sqrt{2}}{2}\ell\pi, \frac{\sqrt{3}}{2}\ell\pi, \ell\pi)$

3. 右図のように、質量が $M/2$ の2つの円板（半径 a ）が長さ $2a$ の質量が無視できる変形しない棒でつながっている。この物体の慣性主軸を、図の中の x 、 y 、 z 軸にとった。以下の問いに答えなさい。



(参考：半径 R 、質量 m の円板の表面に垂直な中心軸の周りの慣性モーメントは $\frac{1}{2}mR^2$ である)

(1) この物体の z 軸の周りの慣性モーメント I_z を求めよ。

(選択肢： $\frac{1}{8}Ma^2$ 、 $\frac{1}{4}Ma^2$ 、 $\frac{3}{8}Ma^2$ 、 $\frac{1}{2}Ma^2$ 、 $\frac{5}{8}Ma^2$ 、 $\frac{3}{4}Ma^2$ 、 $\frac{7}{8}Ma^2$ 、 Ma^2 、 $\frac{9}{8}Ma^2$ 、 $\frac{5}{4}Ma^2$)

(2) この物体の x 軸の周りの慣性モーメント I_x を求めよ。(ヒント：垂直軸の定理、平行軸の定理を使うと良い)。

(選択肢： $\frac{1}{8}Ma^2$ 、 $\frac{1}{4}Ma^2$ 、 $\frac{3}{8}Ma^2$ 、 $\frac{1}{2}Ma^2$ 、 $\frac{5}{8}Ma^2$ 、 $\frac{3}{4}Ma^2$ 、 $\frac{7}{8}Ma^2$ 、 Ma^2 、 $\frac{9}{8}Ma^2$ 、 $\frac{5}{4}Ma^2$)

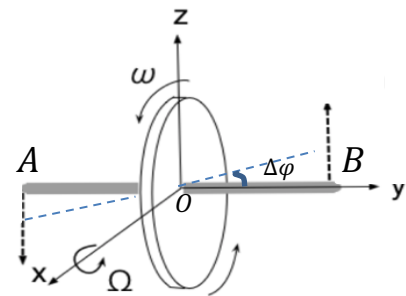
(3) 図中の座標でベクトルの成分が $(1,1,0)$ の方向の軸のまわりに、この物体を回転させた時、角速度ベクトルと角運動量ベクトルは平行か。

(選択肢：平行、平行でない)

(4) 次のうち、どの軸のまわりに回転させると、回転は安定か。

(選択肢： x 軸、 y 軸、 z 軸、ベクトルが $(1,1,0)$ の方向、ベクトルが $(1,-1,0)$ の方向、ベクトルが $(1,0,1)$ の方向)

4. 右図のように y 軸の周りに「質量の無視できる軸」のついた円板（質量 M ）が角速度 ω で高速に回転している。このジャイロの中心軸 (AOB) の周りの慣性モーメントを I とする。重力や摩擦、空気の抵抗は考えないとして、以下の設問に答えよ。(途中計算などは不要)



1) 角速度ベクトル ω と角運動量ベクトル L は同じ方向を向いていて、 $L = I\omega$ の関係がある。図の状態の時、 ω の方向はどちら向きか。

選択肢 (+ x 方向、 $-x$ 方向、 $+y$ 方向、 $-y$ 方向、 $+z$ 方向、 $-z$ 方向)

2) ジャイロの中心軸 (AOB) が図の点線の方向に動き、 x 軸の周りに角速度 $\Omega (\ll \omega)$ で回転するためには、力のモーメント N をどちら向きにどんな大きさで加えれば良いか。(ヒント $\frac{dL}{dt} = N$, $\Omega = \frac{d\phi}{dt}$)

選択肢 N の向き：(+ x 方向、 $-x$ 方向、 $+y$ 方向、 $-y$ 方向、 $+z$ 方向、 $-z$ 方向)

N の大きさ： $(I\omega\Omega, \frac{1}{2}I\omega\Omega, \frac{3}{2}I\omega\Omega, I^2\omega\Omega, \frac{1}{2}I^2\omega\Omega, \frac{3}{2}I^2\omega\Omega, I\omega^2\Omega, \frac{1}{2}I\omega^2\Omega, \frac{3}{2}I\omega^2\Omega)$

3) 2) のように、その重心が移動する事なくジャイロの中心軸が x 軸の周りに回転するためには、 A 点と B 点には互いに逆向きに力を加える必要がある。 A 点に加える力 F の向きはどうか。

選択肢 A 点に加える F の向き：(+ x 方向、 $-x$ 方向、 $+y$ 方向、 $-y$ 方向、 $+z$ 方向、 $-z$ 方向)

5. 以下の問いに答えなさい。

1) 地球の北半球（北極は除く）で、物体を自由落下させた。落下点はコリオリの力の影響でどの方向に偏るか。

選択肢: (東方向、西方向、南方向、北方向、偏らない)

2) 地球の北半球（北極は除く）で東方向に移動している物体があったとする。コリオリの力の影響でどの方向に偏るか。

選択肢: (東方向、西方向、南方向、北方向、偏らない)