

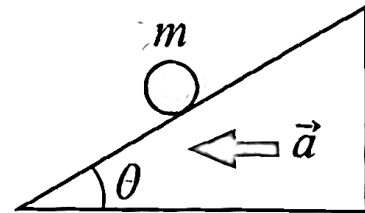
2021.11.19 力学Ⅱ 中間試験問題 担当：伊藤孝寛、原田俊太

注意事項

- 教科書、ノート、配布資料等の持ち込みは認めない。
- 解答用紙2枚ともに授業科目名(力学Ⅱ)、教員名(伊藤孝寛)、名前、学生番号、所属(工1-マテなど)を記入すること。
- 問題番号を必ず記入し、解答部分には下線などを引き採点の際確認がしやすいようにすること。
- 解答用紙の裏も使用してよいが、その場合は裏にも解答があることを表面に明記すること。
- 解答を得た道筋を明確に記載していない場合は点数を与えない。
- 30分以内の遅刻は受験を認める。なお受験者は試験終了まで退室を許可しない。

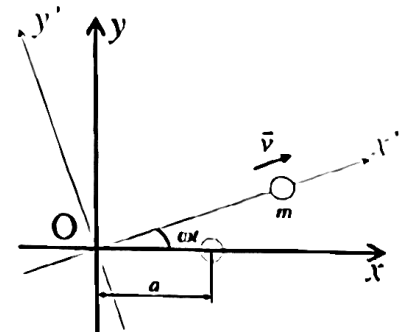
(※問題文にない物理量を用いる必要がある場合は定義した上で用いること。)

- 問1. 傾斜角 θ [rad] のなめらかな斜面を加速度 \vec{a} [m/s^2] で図の矢印方向に動かしたとき、質量 m [kg] の質点が斜面上に対して静止していた。次の問いに答えよ。ただし、鉛直方向下向きにかかる重力加速度を g [m/s^2] とする。



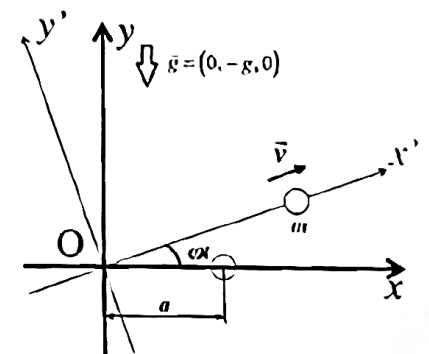
- (1) 斜面と共に動く並進座標系から見たとき、水平方向と鉛直方向の力のつり合いの式をそれぞれ答えよ。
- (2) \vec{a} の大きさを求めよ。

- 問2. 右図のように、質量 m [kg] の質点が x 軸になめらかに束縛された状態で、水平面内において点 O のまわりを (z 軸を回転軸として) 一定の角速度 ω [rad/s] で回転するとき、質点の運動を回転座標系において考えることで、次の問いに答えよ。ただし、 $t = 0$ [s] において質点は $x = a$ [m] に静止していたものとする。



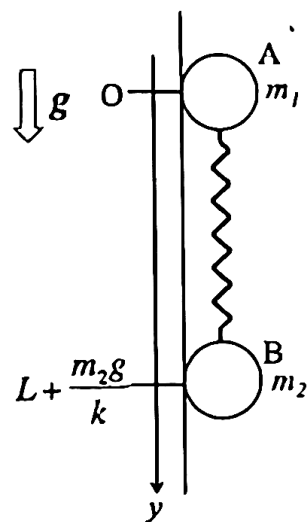
- (1) この運動において、質点が受ける力のベクトルを模式図に作図し、それぞれの力の名称を答えよ。
- (2) 質点の運動方程式を x' 軸、 y' 軸方向に分けてそれぞれ答えよ。
- (3) 質点の位置 x' を時刻 t の関数として表せ。
- (4) 時刻 t において質点が x 軸から受ける抗力 N を求めよ。

次に、質量 m [kg] の質点が x 軸になめらかに束縛された状態で、鉛直面内において点 O のまわりを (z 軸を回転軸として) 一定の角速度 ω [rad/s] で回転するとき、質点の運動は回転座標系において考えることで、次の問いに答えよ。ただし、 $t = 0$ [s] において質点は $x = a$ [m] に静止していたものとする。また、鉛直方向を y 軸として、 y 軸下向きにかかる重力加速度を g [m/s^2] とする。



- (5) 質点の運動方程式を x' 軸、 y' 軸方向に分けてそれぞれ答えよ。
- (6) 質点の位置 x' を時刻 t の関数として表せ。

問3. ばね定数 k [N/m], 自然長 L [m] のばねでつながれた質量 m_1 [kg], m_2 [kg] の2つの質点 A, B がある. 図のように時刻 $t = 0$ [s] においてばねを鉛直にして質点 A を固定したところ質点 B がぶら下がった状態で全体が静止した. このときのばねの自然長からの伸びは $m_2 g / k$ [m] であった. 時刻 $t = 0$ [s] における質点 A の位置を原点として鉛直下向きに y 軸を設定する. 時刻 $t = 0$ [s] に質点 A の固定を静かに解除し, 全体を落下させた. y 軸下向きにかかる重力加速度を g [m/s²] として, 以下の問いに答えよ.

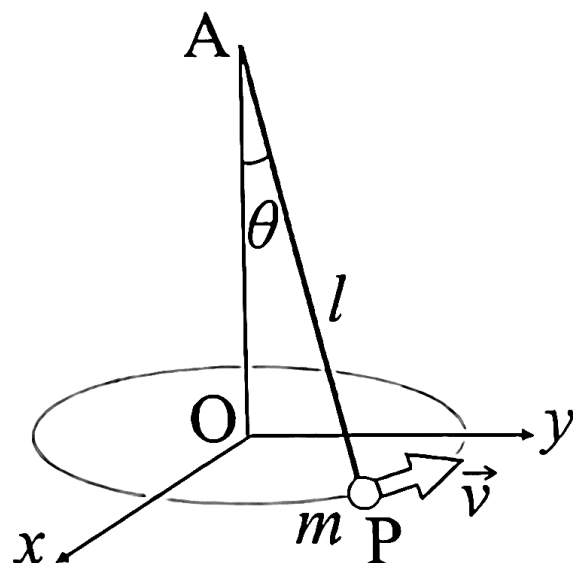


- (1) 質点 A, B の重心の位置を Y , 全体の質量を M とするとき, 重心の運動方程式を書け.
- (2) 重心の位置 Y を時刻 t の関数として表せ.
- (3) 質点 A に対する質点 B の相対位置 $y = y_B - y_A$, 換算質量 $\mu = m_1 m_2 / (m_1 + m_2)$ とするとき, 質点 A に対する質点 B の相対運動の運動方程式を書け.
- (4) 質点 A に対する質点 B の相対位置 y を時刻 t の関数として表せ.
- (5) 質点 A の位置 y_A と質点 B の位置 y_B を時刻 t の関数として表せ.

問4. 質量 m [kg] の質点の運動における角運動量 \vec{L} および力のモーメント \vec{N} に関する以下の問いに答えよ.

- (1) xy -座標系において, 質点の角運動量の各成分を L_x, L_y, L_z とする. L_x, L_y, L_z を座標 x, y, z を用いて表わせ. ただし, 外積は $(\vec{A} \times \vec{B})_x$ のような一般式ではなく具体的に求め, その x, y, z 成分として表すこと.

次に, 右図のように, 長さ l [m] の糸で支点 A からつるされた質量 m [kg] の質点が, 糸と鉛直方向との間の角度を θ [rad] に保ちながら, 水平 (xy) 面内で等速円運動をしている円錐振り子を考える. 円軌道を中心を O とする. 時刻 t [s] に質点は図の位置にあり, 速度 \vec{v} [m/s] の向きに進んでいるものとする. 以下の問いに答えよ. ただし, 鉛直下向きにかかる重力加速度は g [m/s²] として, 質点の位置を P とする.



- (2) \vec{OP} ベクトルの回転により定義される, 時刻 t における点 O のまわりの質点の角運動量 $\vec{L}_O(t)$ [N·m·s] の大きさを求めよ. ただし, O, A, P などの文字は使わずに表すこと. また, $\vec{L}_O(t)$ ベクトルの向きを図示せよ.
- (3) \vec{AP} ベクトルの回転により定義される, 時刻 t における点 A のまわりの質点の角運動量 $\vec{L}_A(t)$ の大きさを求めよ. ただし, O, A, P などの文字は使わずに表すこと. また, $\vec{L}_A(t)$ ベクトルの向きを図示せよ.
- (4) 時刻 t における力のモーメント $\vec{N}_A(t)$ [N·m] の大きさを求めよ. ただし, O, A, P などの文字は使わずに表すこと. また, $\vec{N}_A(t)$ ベクトルの向きを図示せよ.
- (5) 質点が円軌道を一周する間に, $\vec{L}_A(t)$ ベクトルはどのように変化するかを述べよ. ただし, 模式図などを用いても良い.