

過去テスト出題例

2017 物理学基礎 中テスト 2017.6.5実施

2017 物理学基礎 期末テスト 2017.7.24実施

2018 物理学基礎 中テスト 2018.5.31実施

2018 物理学基礎 期末テスト 2018.7.26実施

注) 解答は全て解答用紙に記述すること。

途中式などは省略せず記述すること。

必要であれば重力加速度は g として用いよ。

出題されているモデルの物体はいずれも質点であり、
大きさは無視できるものとする。

1. 力学の基礎的な物理量について答えよ。

(1) 速度 v の定義式とその次元を記述せよ。

(2) 加速度 a の定義式とその次元を記述せよ。

(3) 力 F は $= F$ と表される。

その次元は である。

(4) (3)の式は運動方程式であり、この式を変形することにより
さまざまな物理量を導くことができる。

(3)の式の両辺を x で積分し、式を整理すると

$$\int m \frac{dv}{dt} dx = \int F dx$$

$$\int m \frac{dv}{dt} v dt = \int F dx$$

$$\int \left(m \frac{dv}{dt} v \right) dt = \int F dx$$

$$\int \frac{d}{dt} \left(\text{①} \right) dt = \int F dx$$

となる。

左辺の①の部分は運動エネルギーを右辺は仕事を表している。運動エネルギーの次元は であり、仕事の次元は である。

(5) また、(3)の式を変形すると

$$\frac{d}{dt} \left(\boxed{\text{②}} \right) = F$$

と表される。

②の部分は運動量であり、その次元は である。

②を p とおくと

$$\frac{d}{dt}(p) = F \quad dp = Fdt$$

この左辺 Fdt が力積であり、その次元は である。

2. x 軸に沿って運動する質点が $v(t) = 3t^3 + 2t^2 + 1$ に従って運動する。この質点は $t = 2$ [s] における位置は 15 [m] である。

(1) $t = t_1$ における質点の加速度 $a(t_1)$ を求めよ。

(2) 変位 $x(t)$ を t の関数として表せ。

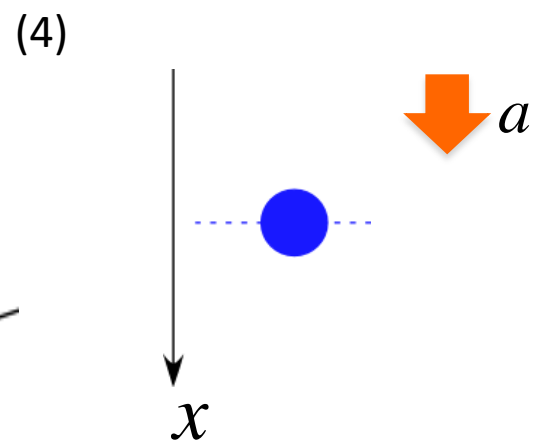
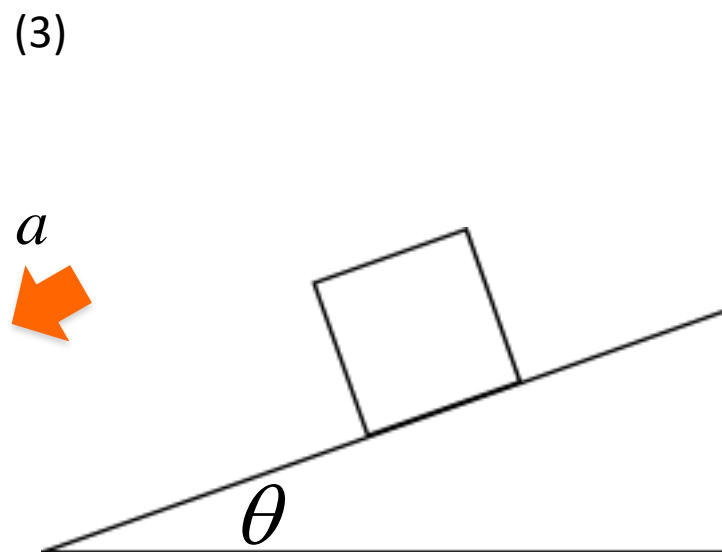
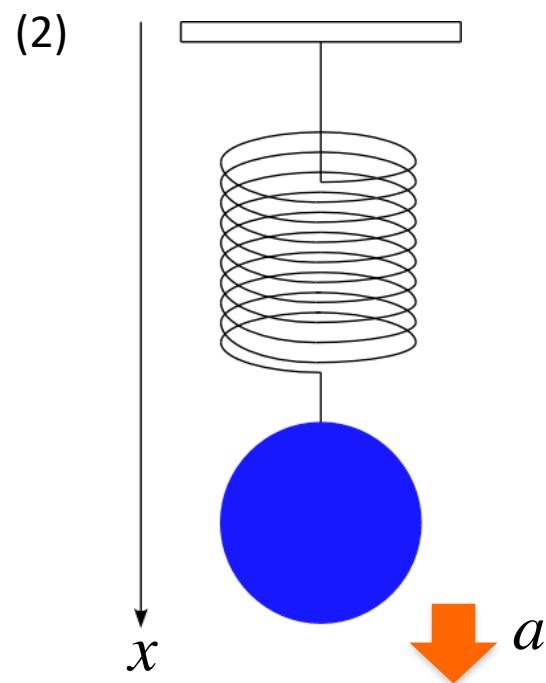
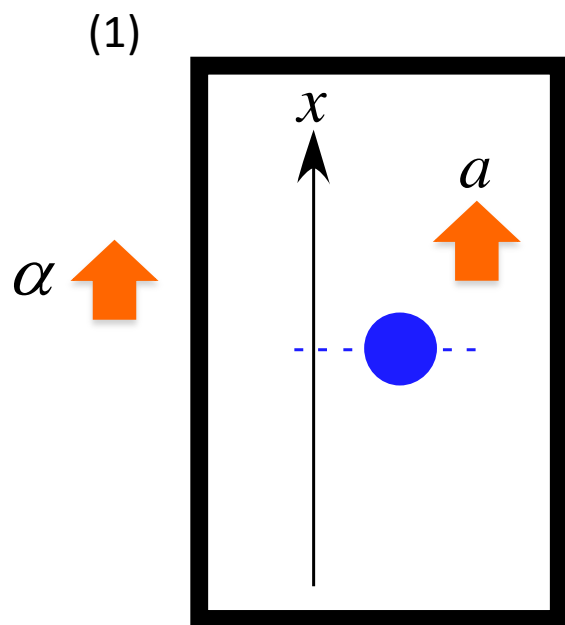
3. 以下の運動について物体に作用する力を図に書き込み、
その運動の運動方程式を記述せよ。
いずれの運動も物体の質量は m とし、重力加速度は g とする。

(1) 一定の加速度 α で上昇するエレベータ内で物体を
鉛直投げ下げさせる運動 (初速度 v_0)

(2) 物体をバネを吊るした状態での単振動運動
(バネ定数は k として用いよ)

(3) 摩擦力が働く斜面を滑り降りる運動
(動摩擦係数は $\mu_k = \frac{f}{N}$ とする)

(4) 雨滴の落下運動
このとき、空気抵抗が働くものとし、その空気の抵抗力
の大きさは kv とする。



4. 質量 m の物体を地表から鉛直投げ上げする運動を考える。

以下の問いに答えよ。

- (1) 運動中に物体に作用する力を書き込め。
- (2) この運動の運動方程式を記述せよ。
- (3) 運動方程式から速度 $v(t)$ を導け。
- (4) 運動方程式から変位 $x(t)$ を導け。
- (5) 再び地表に戻ってくる時刻 t_1 を求めよ。
- (6) ある時刻 t ($t \leq t_1$) での運動エネルギー $K(t)$ を求めよ。
- (7) ある時刻 t ($t \leq t_1$) での位置エネルギー $U(t)$ を求めよ。
- (8) 力学的エネルギー $E(t) = K(t) + U(t)$ ($t \leq t_1$) が
時間に寄らず一定であることを示せ。

(9) 運動エネルギー $K(t)$ 、位置エネルギー $U(t)$ 、全力学的エネルギー $E(t)$ をそれぞれ時間 t のグラフで表せ。
但し、 $t \leq t_1$ とする。

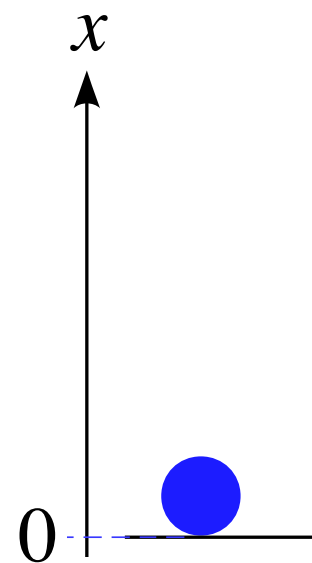
(10) 地表に衝突する瞬間の速度 v_1 を求めよ。

衝突において力 F が作用したとする。また、この力 F は重力に比べて十分大きく、衝突中の重力の効果は無視できるとする。

(11) 地表に衝突する瞬間の運動方程式を記述せよ。

(12) この衝突は完全弾性衝突であった。

物体が地表から受けた力積 I を求めよ。



注) 解答は全て解答用紙に記述すること。

途中式などは省略せず記述すること。

必要であれば重力加速度は g として用いよ。

出題されているモデルの物体はいずれも質点であり、
大きさは無視できるものとする。

1. 力学の基礎的な物理量について答えよ。

(1) 速度 v の定義式とその次元を記述せよ。

(2) 加速度 a の定義式とその次元を記述せよ。

(3) 力 F は $= F$ と表される。

その次元は である。

(4) (3)の式は運動方程式であり、この式を変形することにより
さまざまな物理量を導くことができる。

(3)の式の両辺を x で積分し、式を整理すると

$$\int m \frac{dv}{dt} dx = \int F dx$$

$$\int m \frac{dv}{dt} v dt = \int F dx$$

$$\int \left(m \frac{dv}{dt} v \right) dt = \int F dx$$

$$\int \frac{d}{dt} \left(\text{①} \right) dt = \int F dx$$

となる。

左辺の①の部分は運動エネルギーを右辺は仕事を表している。運動エネルギーの次元は であり、仕事の次元は である。

(5) また、(3)の式を変形すると

$$\frac{d}{dt} \left(\boxed{\text{②}} \right) = F$$

と表される。

②の部分は運動量であり、その次元は である。

②を p とおくと

$$\frac{d}{dt}(p) = F \qquad dp = Fdt$$

この左辺 Fdt が力積であり、その次元は である。

(6) さらに、(3)の式をベクトルで考え、両辺に左側から
位置ベクトル $\vec{r}$ の外積を取ると

$$\vec{r} \times m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\vec{r} \times \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = \vec{r} \times \vec{F} \quad \cdots (A)$$

となる。

ここで、

$$\begin{aligned}\frac{d}{dt}(\vec{r} \times m\vec{v}) &= \frac{d\vec{r}}{dt} \times m\vec{v} + \vec{r} \times \frac{d}{dt}(m\vec{v}) \\ &= \boxed{\textcircled{3}} \times m\vec{v} + \vec{r} \times \frac{d}{dt}(m\vec{v}) \\ &= \boxed{\textcircled{4}}\end{aligned}$$

であるから、式 (A) は

$$\frac{d}{dt}(\boxed{\textcircled{5}}) = \boxed{\textcircled{6}}$$

と表される。

左辺の⑤は角運動量 $\vec{L}$ であり、
その次元は である。

右辺の⑥は力のモーメント $\vec{N}$ であり、
その次元は である。

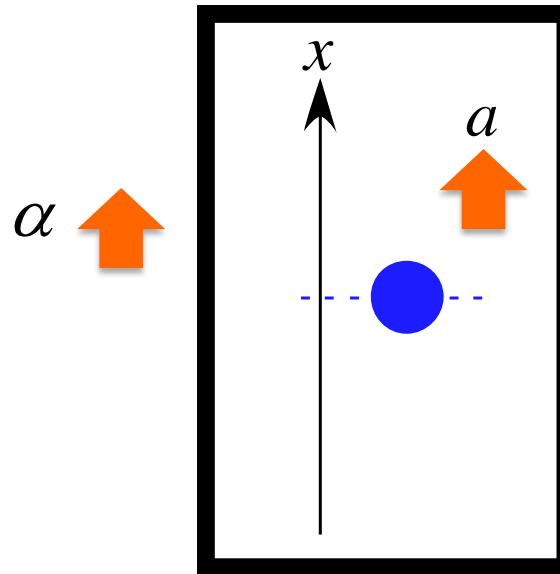
この式は

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{N}$$

と表すことができ、これを「回転の運動方程式」と呼ぶ。

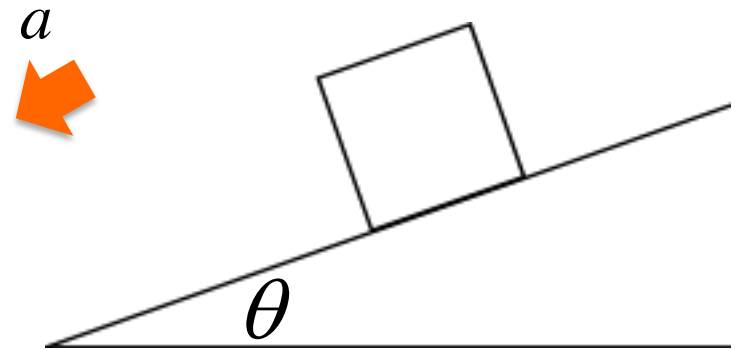
2. 以下の運動について物体に作用する力を図に書き込み、
その運動の運動方程式を記述せよ。
いずれの運動も物体の質量は m とし、重力加速度は g とする。

- (1) 一定の加速度 a で上昇するエレベータ内で物体を
鉛直投げ上げさせる運動 (初速度 v_0)



- (2) 摩擦力が働く斜면을滑り降りる運動
(動摩擦係数は $\mu_k = \frac{f}{N}$ とする)

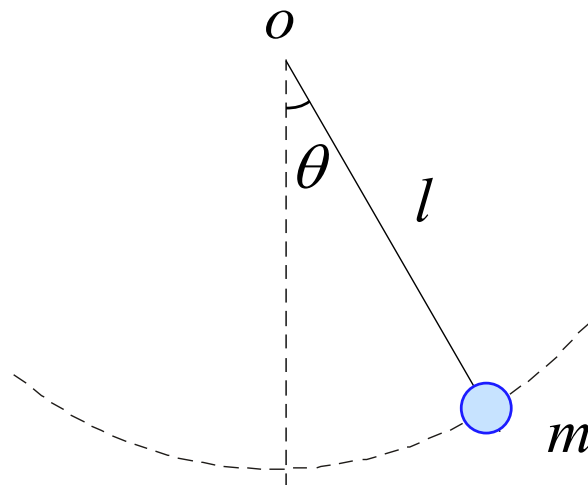
- (2) 摩擦力が働く斜面を滑り降りる運動
(動摩擦係数は $\mu_k = \frac{f}{N}$ とする)



- (3) 単振り子の運動

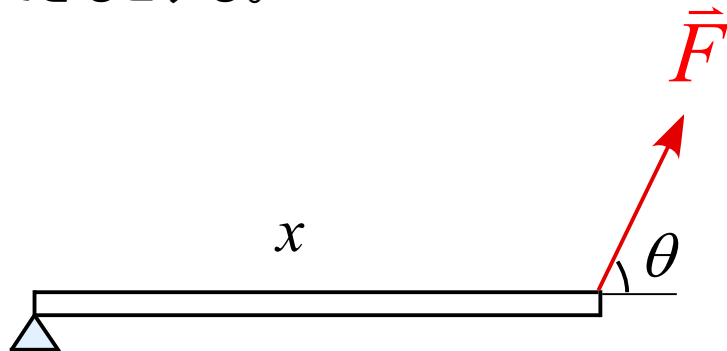
極座標で軸を考え記述せよ。

(糸の張力は S とし、 r 方向、 θ 方向の加速度を a_r, a_θ とする。)

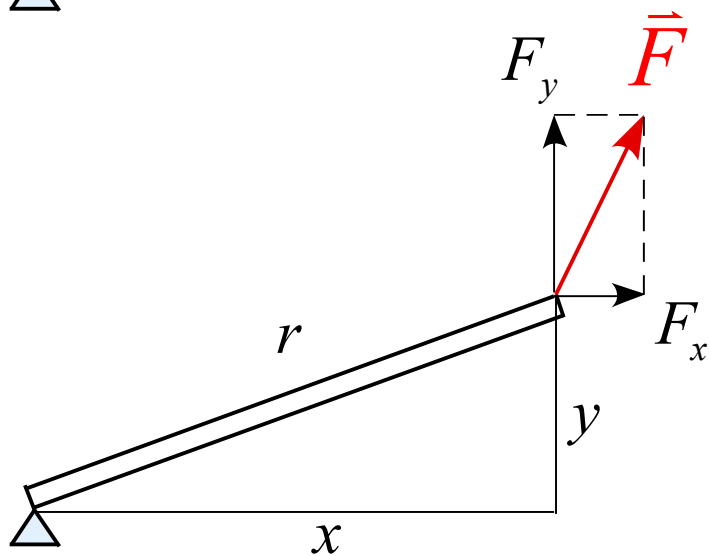


3. 以下の図の力のモーメント $|\vec{N}|$ を表せ。但し、棒の質量は無視できるとする。

(1)



(2)



4. 単振動の一般解 $x(t) = A \sin(\omega t + \phi)$ において、
以下の条件を満たすような $x(t)$ を求めよ。

(1) $x(0) = 0, v(0) = v_0$

(2) $x(t_1) = x_0, v(t_1) = 0$

5. なめらかな水平面上に壁からバネが取り付けられている。
バネは自然長の状態で静止しているとする。
以下の問いに答えよ。

$t = 0$ で初速度 v_0 を壁向きに与えると、物体は単振動をした。
物体の質量を m 、バネ定数を k とする。

(1) 物体の運動方程式を記述せよ。

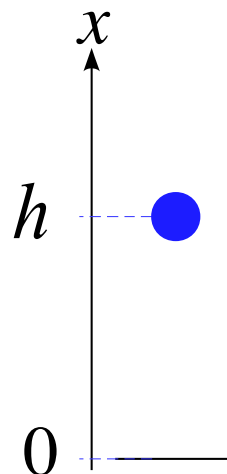
(2) 物体の変位 $x(t)$ 、速度 $v(t)$ 、加速度 $a(t)$ を求めよ。
(v_0, m, k を用いて表せ)

選択問題 (力学) 以下の問題6～8のうち1題を選択して解答せよ。

6. 質量 m の物体を高さ h から自由落下させる。

以下の問に答えよ。

但し、重力加速度は g とする。



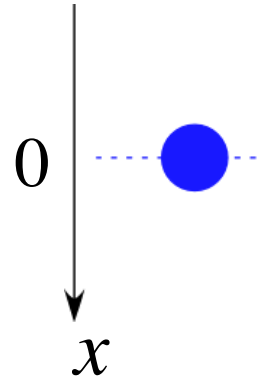
(1) 物体に作用する力を書き込め。

(2) この運動の運動方程式を記述せよ。

(3) この運動において力学的エネルギーが保存していることを運動方程式を x で積分することで導き、力学的エネルギーを求めよ。

7. 質量 m の雨滴が落下する運動を考える。

このとき、空気抵抗が働くものとし、
その空気の抵抗力の大きさは $k v$ とする。
以下の問に答えよ。



(1) 物体に作用する力を書き込め。

(2) この運動の運動方程式を記述せよ。

運動方程式を解くと、速度 $v(t)$ は $v(t) = \frac{mg}{k} \left(1 - e^{-\frac{k}{m}t} \right)$ となる。

(3) $v-t$ グラフを書け。また、原点での傾きを求めよ。

(4) 十分時間が経過した状態の速度を記述せよ。

8. 摩擦がある斜面を質量 m の物体がすべり降りる運動の運動

を考える。以下の問に答えよ。

但し、動摩擦力は $f = \mu_k N$ として用いてよいとする。

(1) この運動の運動方程式を記述せよ。

(2) この運動の加速度 a を求め、この運動が等加速度運動であることを示せ。

(3) この運動で物体が距離 L を移動したとすると、動摩擦力がした仕事 $W_{\text{摩}}$ を求めよ。

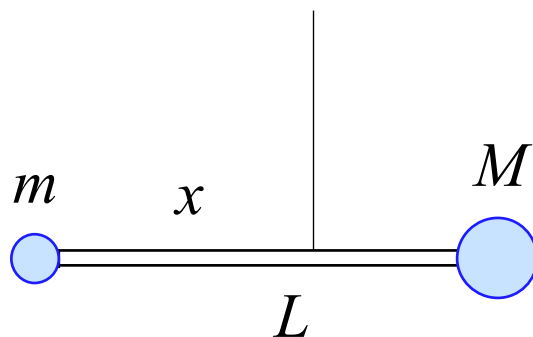
選択問題 (力学) 以下の問題9～13のうち2題を選択して解答せよ。

9.図のような長さ L の棒の両端に質量 m の質点と質量 M の質点を取り付けられ、糸でつるさている。

この棒が回転しない条件を考えたい。以下の問いに答えよ。

棒の質量を m とした場合

- (1) 糸でつるされている点を支点として、質量 m, M の質点及び棒の力のモーメント $\vec{N}$ をそれぞれ求めよ。
- (2) 棒の回転の運動方程式を記述せよ。
- (3) 棒が動かないための糸をつるす位置 x を求めよ。



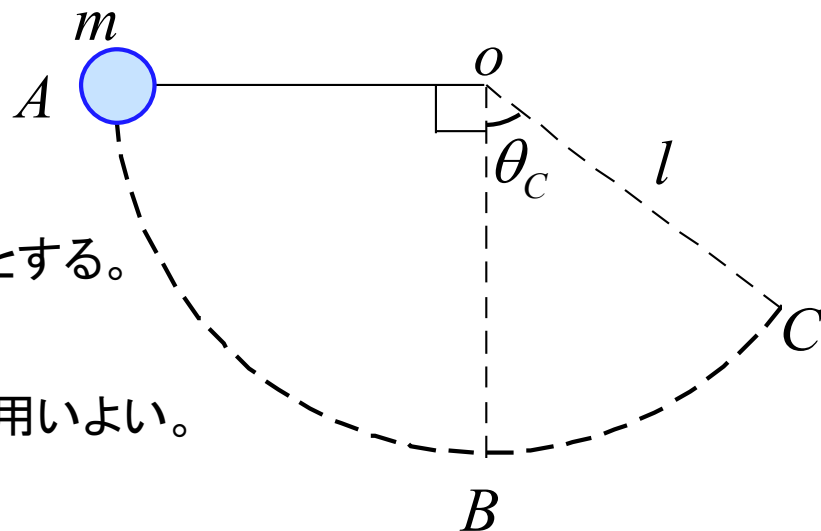
10. 図のような円運動のモデルを考える。

糸の長さは l 、物体の質量は m である。

物体を水平の状態にして放し、円運動させたとする。

以下の問いに答えよ。

ある時刻 t で糸と鉛直線のなす角を θ として用いよう。



(1) r 方向、 θ 方向の加速度を a_r, a_θ としたとき、
それぞれの方向の運動方程式を記述せよ。

(2) 最下点 B での糸の張力 T_B を求めよ。

(3) 点 C でのなす角を θ_C とする。糸の張力 T_C を求めよ。

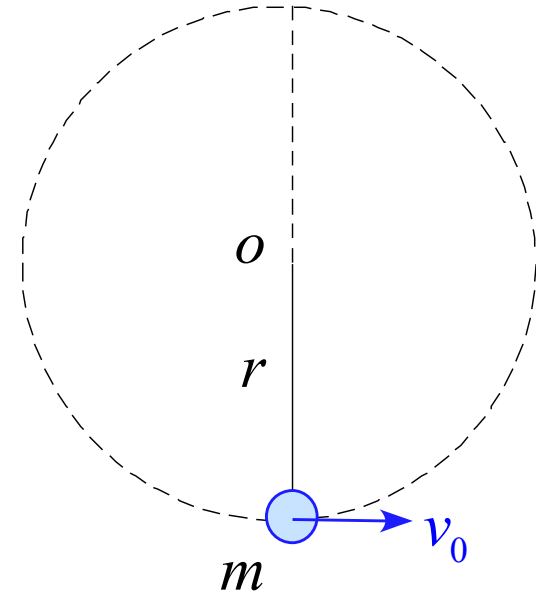
11. 図のような円運動のモデルを考える。

糸の長さは r 、物体の質量は m である。

最下点で水平方向に初速 v_0 を与えたとき

以下の問いに答えよ。

ある時刻 t で糸と鉛直線のなす角を θ として用いよう。



(1) r 方向、 θ 方向の加速度を a_r, a_θ としたとき、
それぞれの方向の運動方程式を記述せよ。

(2) 物体が1回転するために必要な初速 v_0 の条件を求めよ。

12. 物体が半径 r_0 の円周上を速さ v_0 で等速円運動している。

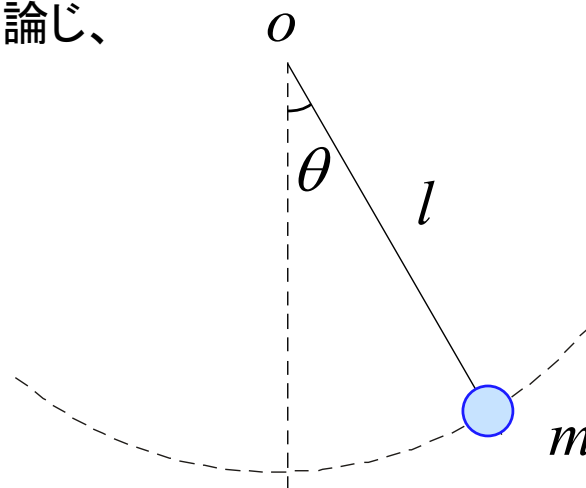
r_0, v_0 は定数である。以下の問いに答えよ。

(1) 速度 $\vec{v}$ と位置ベクトル $\vec{r}$ が直交していることを示せ。

(2) 速度 $\vec{v}$ と加速度 $\vec{a}$ が直交していることを示せ

(3) 加速度の大きさ $|\vec{a}|$ を求めよ。

13. 図の単振り子において、エネルギー保存について論じ、
最下点を基準にしたエネルギーの式を導け。



注) 解答は全て解答用紙に記述すること。

途中式などは省略せず記述すること。

必要であれば重力加速度は g として用いよ。

出題されているモデルの物体はいずれも質点であり、
大きさは無視できるものとする。

1. 力学の基礎的な物理量について答えよ。

(1) 速度 v の定義式とその次元を記述せよ。

(2) 加速度 a の定義式とその次元を記述せよ。

(3) 力 F は $= F$ と表される。

その次元は である。

(4) (3)の式は運動方程式であり、この式を変形することにより
さまざまな物理量を導くことができる。

(3)の式の両辺を x で積分し、式を整理すると

$$\int m \frac{dv}{dt} dx = \int F dx$$

$$\int m \frac{dv}{dt} v dt = \int F dx$$

$$\int \left(m \frac{dv}{dt} v \right) dt = \int F dx$$

$$\int \frac{d}{dt} \left(\text{①} \right) dt = \int F dx$$

となる。

左辺の①の部分は運動エネルギーを右辺は仕事を表している。運動エネルギーの次元は であり、仕事の次元は である。

(5) また、(3)の式を変形すると

$$\frac{d}{dt} \left(\boxed{\text{②}} \right) = F$$

と表される。

②の部分は運動量であり、その次元は である。

②を p とおくと

$$\frac{d}{dt}(p) = F \quad dp = Fdt$$

この左辺 Fdt が力積であり、その次元は である。

2. x 軸に沿って運動する質点が $v(t) = 3t^3 + 2t^2 + 1$ に従って運動する。この質点は $t = 2$ [s] における位置は 16[m] である。

(1) $t = t_1$ における質点の加速度 $a(t_1)$ を求めよ。

(2) 変位 $x(t)$ を t の関数として表せ。

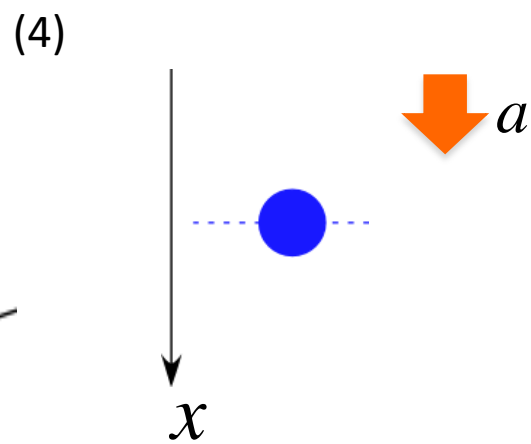
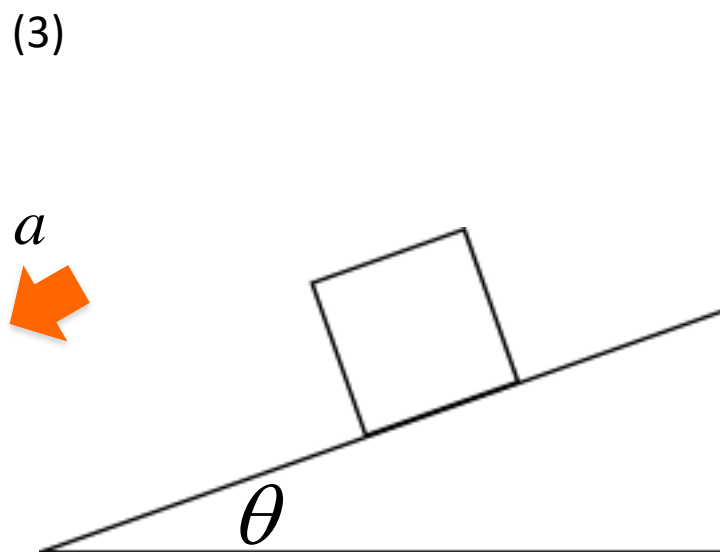
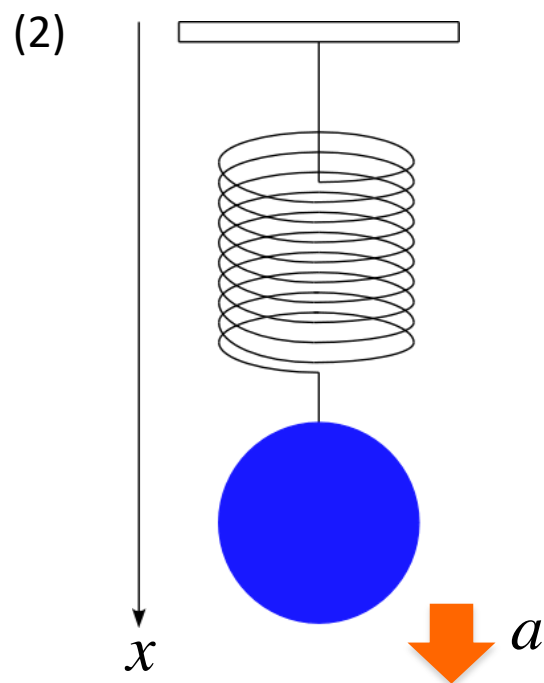
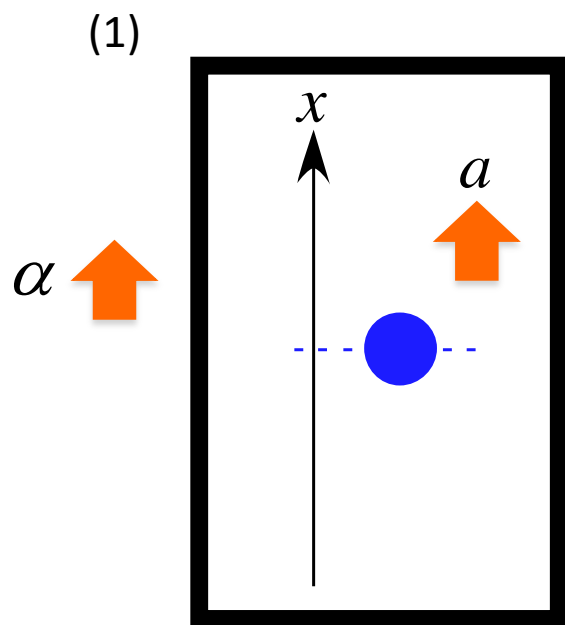
3. 以下の運動について物体に作用する力を図に書き込み、
その運動の運動方程式を記述せよ。
いずれの運動も物体の質量は m とし、重力加速度は g とする。

(1) 一定の加速度 α で上昇するエレベータ内で物体を
鉛直投げ下げさせる運動 (初速度 v_0)

(2) 物体をバネを吊るした状態での単振動運動
(バネ定数は k として用いよ)

(3) 摩擦力が働く斜面を滑り降りる運動
(動摩擦係数は $\mu_k = \frac{f}{N}$ とする)

(4) 雨滴の落下運動
このとき、空気抵抗が働くものとし、その空気の抵抗力
の大きさは kv とする。



4. 質量 m の物体を地表から高さ h の地点で自由落下させる。

以下の問いに答えよ。

(1) 運動中に物体に作用する力を書き込め。

(2) この運動の運動方程式を記述せよ。

(3) 運動方程式から速度 $v(t)$ を導け。

(4) 運動方程式から変位 $x(t)$ を導け。

(5) 地表に衝突する時刻 t_1 を求めよ。

(6) ある時刻 t ($t \leq t_1$) での運動エネルギー $K(t)$ を求めよ。

(7) ある時刻 t ($t \leq t_1$) での位置エネルギー $U(t)$ を求めよ。

(8) 力学的エネルギー $E(t) = K(t) + U(t)$ ($t \leq t_1$) が
時間に寄らず一定であることを示せ。

(9) 運動エネルギー $K(t)$ 、位置エネルギー $U(t)$ 、全力学的エネルギー $E(t)$ をそれぞれ時間 t のグラフで表せ。

但し、 $t \leq t_1$ とする。

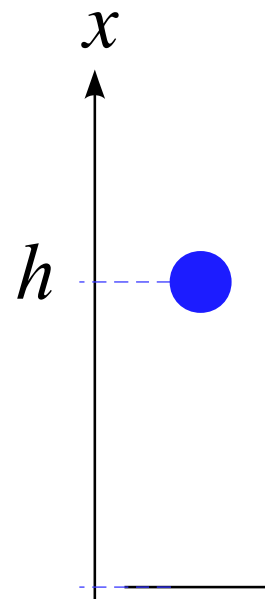
(10) 地表に衝突する瞬間の速度 v_1 を求めよ。

衝突において力 F が作用したとする。また、この力 F は重力に比べて十分大きく、衝突中の重力の効果は無視できるとする。

(11) 地表に衝突する瞬間の運動方程式を記述せよ。

(12) この衝突は完全弾性衝突であった。

物体が地表から受けた力積 I を求めよ。



注) 解答は全て解答用紙に記述すること。

途中式などは省略せず記述すること。

必要であれば重力加速度は g として用いよ。

出題されているモデルの物体はいずれも質点であり、
大きさは無視できるものとする。

1. 力学の基礎的な物理量について答えよ。

(1) 速度 v の定義式とその次元を記述せよ。

(2) 加速度 a の定義式とその次元を記述せよ。

(3) 力 F は $= F$ と表される。

その次元は である。

(4) (3)の式は運動方程式であり、この式を変形することにより
さまざまな物理量を導くことができる。

(3)の式の両辺を x で積分し、式を整理すると

$$\int m \frac{dv}{dt} dx = \int F dx$$

$$\int m \frac{dv}{dt} v dt = \int F dx$$

$$\int \left(m \frac{dv}{dt} v \right) dt = \int F dx$$

$$\int \frac{d}{dt} \left(\text{①} \right) dt = \int F dx$$

となる。

左辺の①の部分は運動エネルギーを右辺は仕事を表している。運動エネルギーの次元は であり、仕事の次元は である。

(5) また、(3)の式を変形すると

$$\frac{d}{dt} \left(\boxed{\text{②}} \right) = F$$

と表される。

②の部分は運動量であり、その次元は である。

②を p とおくと

$$\frac{d}{dt}(p) = F \quad dp = Fdt$$

この左辺 Fdt が力積であり、その次元は である。

(6) さらに、(3)の式をベクトルで考え、両辺に左側から
位置ベクトル $\vec{r}$ の外積を取ると

$$\vec{r} \times m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\vec{r} \times \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = \vec{r} \times \vec{F} \quad \cdots (A)$$

となる。

ここで、

$$\begin{aligned}\frac{d}{dt}(\vec{r} \times m\vec{v}) &= \frac{d\vec{r}}{dt} \times m\vec{v} + \vec{r} \times \frac{d}{dt}(m\vec{v}) \\ &= \boxed{\textcircled{3}} \times m\vec{v} + \vec{r} \times \frac{d}{dt}(m\vec{v}) \\ &= \boxed{\textcircled{4}}\end{aligned}$$

であるから、式 (A) は

$$\frac{d}{dt}(\boxed{\textcircled{5}}) = \boxed{\textcircled{6}}$$

と表される。

左辺の⑤は角運動量 $\vec{L}$ であり、
その次元は である。

右辺の⑥は力のモーメント $\vec{N}$ であり、
その次元は である。

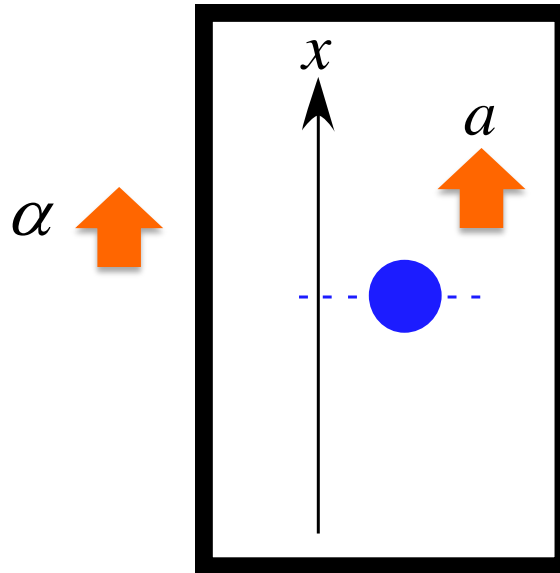
この式は

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{N}$$

と表すことができ、これを「回転の運動方程式」と呼ぶ。

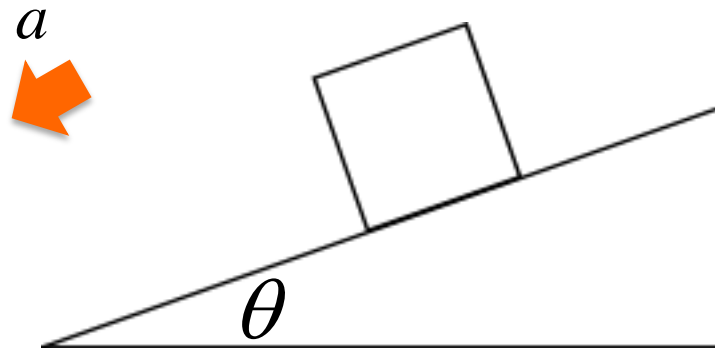
2. 以下の運動について物体に作用する力を図に書き込み、
その運動の運動方程式を記述せよ。
いずれの運動も物体の質量は m とし、重力加速度は g とする。

(1) 一定の加速度 α で上昇するエレベータ内で物体を
鉛直投げ上げさせる運動 (初速度 v_0)



(2) 摩擦力が働く斜面を滑り降りる運動

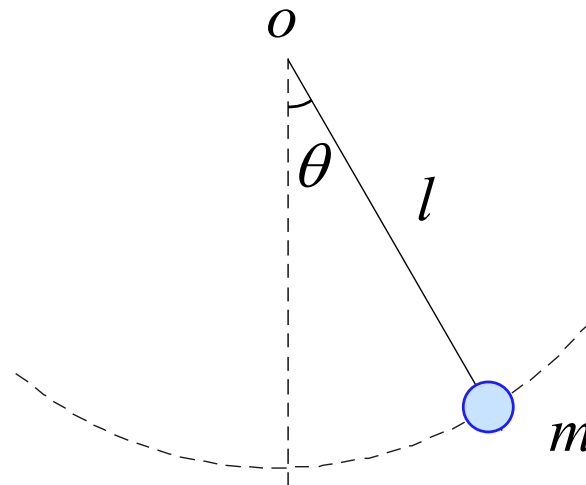
(動摩擦係数は $\mu_k = \frac{f}{N}$ とする)



(3) 単振り子の運動

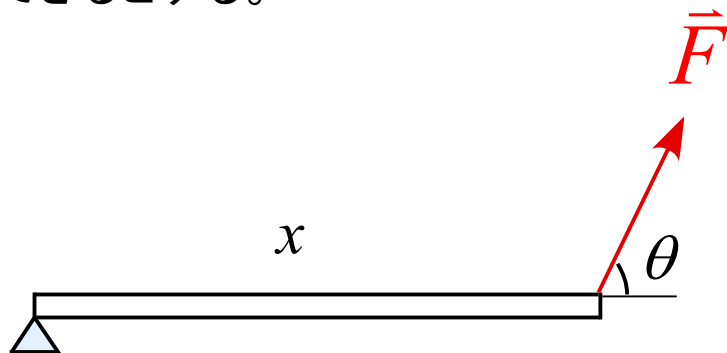
極座標で軸を考え記述せよ。

(糸の張力は S とし、 r 方向、 θ 方向の加速度を a_r, a_θ とする。)

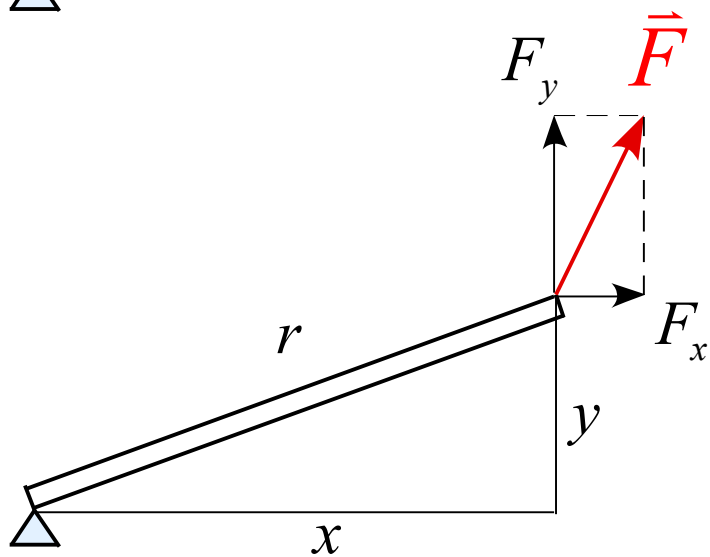


3. 以下の図の力のモーメント $|\vec{N}|$ を表せ。但し、棒の質量は無視できるとする。

(1)



(2)



4. 単振動の一般解 $x(t) = A \sin(\omega t + \phi)$ において、以下の条件を満たすような $x(t)$ を求めよ。

(1) $x(0) = 0, v(0) = v_0$

(2) $x(t_1) = x_0, v(t_1) = 0$

5. なめらかな水平面上に壁からバネが取り付けられている。
バネは自然長の状態で静止しているとする。
以下の問いに答えよ。

$t = 0$ で初速度 v_0 を壁向きに与えると、物体は単振動をした。
物体の質量を m 、バネ定数を k とする。

(1) 物体の運動方程式を記述せよ。

(2) 物体の変位 $x(t)$ 、速度 $v(t)$ 、加速度 $a(t)$ を求めよ。
(v_0, m, k を用いて表せ)

選択問題 (力学) 以下の問題6～8のうち1題を選択して解答せよ。

6. 一定の加速度 α で下降するエレベータがある。

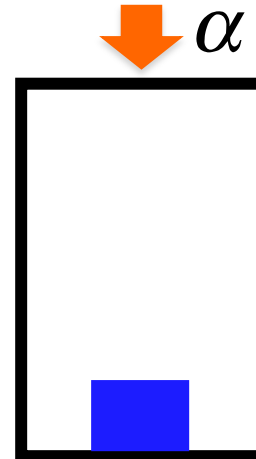
このエレベータ内に質量 m の物体が床に置かれている。

以下の問に答えよ。(但し、重力加速度は g として用いること)

(1) 物体に作用する力を記入せよ。

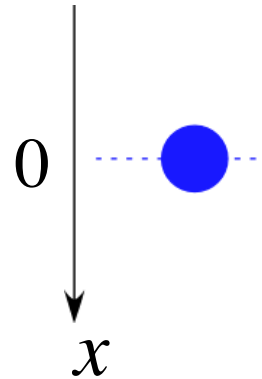
(2) 物体が床から受ける垂直抗力 N を求めよ。

(3) 物体が無重量になるための条件を求めよ。



7. 質量 m の雨滴が落下する運動を考える。

このとき、空気抵抗が働くものとし、
その空気の抵抗力の大きさは $k v$ とする。
以下の問に答えよ。



(1) 物体に作用する力を書き込め。

(2) この運動の運動方程式を記述せよ。

運動方程式を解くと、速度 $v(t)$ は $v(t) = \frac{mg}{k} \left(1 - e^{-\frac{k}{m}t} \right)$ となる。

(3) $v-t$ グラフを書け。また、原点での傾きを求めよ。

(4) 十分時間が経過した状態の速度を記述せよ。

8. 摩擦がある斜面を質量 m の物体がすべり降りる運動の運動を考える。以下の問に答えよ。
但し、動摩擦力は $f = \mu_k N$ として用いてよいとする。

- (1) この運動の運動方程式を記述せよ。
- (2) この運動の加速度 a を求め、この運動が等加速度運動であることを示せ。

この運動で物体が距離 L を移動したとする。

- (3) 運動方程式の両辺を x で積分し、仕事とエネルギーの関係式を導け。
- (4) 動摩擦力がした仕事 $W_{\text{摩}}$ を求めよ。

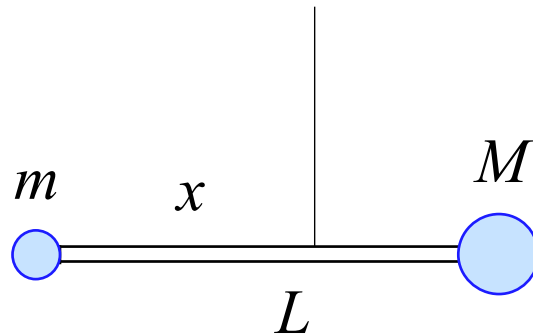
選択問題 (力学) 以下の問題9～13のうち2題を選択して解答せよ。

9. 図のような長さ L の棒の両端に質量 m の質点と質量 M の質点を取り付けられ、糸でつるさている。

この棒が回転しない条件を考えたい。以下の問いに答えよ。

棒の質量を m とした場合

- (1) 糸でつるされている点を支点として、質量 m, M の質点及び棒の力のモーメント $\vec{N}$ をそれぞれ求めよ。
- (2) 棒の回転の運動方程式を記述せよ。
- (3) 棒が動かないための糸をつるす位置 x を求めよ。



10. 図のような円運動のモデルを考える。

糸の長さは l 、物体の質量は m である。

物体を水平の状態にして放し、円運動させたとする。

以下の問いに答えよ。

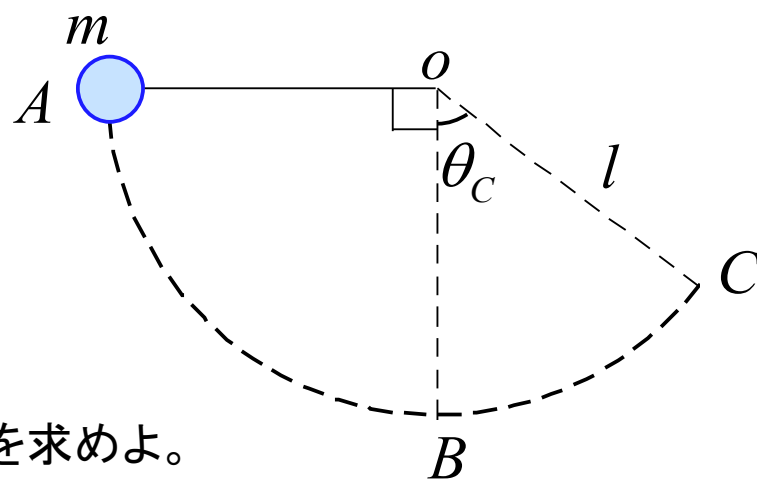
ある時刻 t で糸と鉛直線のなす角を θ として用いよう。

(1) r 方向、 θ 方向の加速度を a_r, a_θ としたとき、
それぞれの方向の運動方程式を記述せよ。

(2) 最下点 B
導け。

(3) 最下点 B での糸の張力 T_B を求めよ。

(4) 点 C でのなす角を θ_C とする。糸の張力 T_C を求めよ。



11. 図のような円錐振り子のモデルを考える。

糸の長さは l 、物体の質量は m である。

物体は水平面内で円運動していて、糸と鉛直線のなす角は θ_0 であるとする。以下の問いに答えよ。

(1) 水平面に垂直な軸を取り、運動方程式を記述せよ。

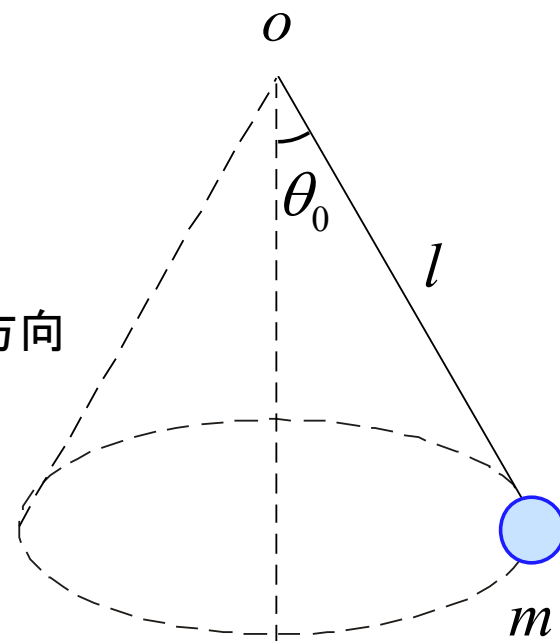
(2) 水平面内の円運動において、極座標をとり、 r 方向、 θ 方向の加速度を a_r, a_θ としたとき、それぞれの方向の運動方程式を記述せよ。

(3) 一般的に、平面極座標において

$$a_r = \frac{d^2 r}{dt^2} - r \left(\frac{d\theta}{dt} \right)^2 \quad a_\theta = 2 \frac{dr}{dt} \frac{d\theta}{dt} + r \frac{d^2 \theta}{dt^2}$$

と表すことができる。

糸の張力 S 、物体の速さ v 、回転の周期 T を求めよ。



12. 物体が半径 r_0 の円周上を速さ v_0 で等速円運動している。

r_0, v_0 は定数である。以下の問いに答えよ。

(1) 速度 $\vec{v}$ と位置ベクトル $\vec{r}$ が直交していることを示せ。

(2) 速度 $\vec{v}$ と加速度 $\vec{a}$ が直交していることを示せ

(3) 加速度の大きさ $|\vec{a}|$ を求めよ。

13. 図のような単振り子において、振れ角を θ としたとき、
回転の運動方程式から

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l} \sin \theta$$

となることを示したい。以下の問いに答えよ。

- (1) 質点の速さを v としたとき、点 O まわりの角運動量を表せ。
- (2) 点 O まわりの力のモーメントを求めよ。
- (3) 回転の運動方程式を記述せよ。
- (4) 題意の式を導け。

