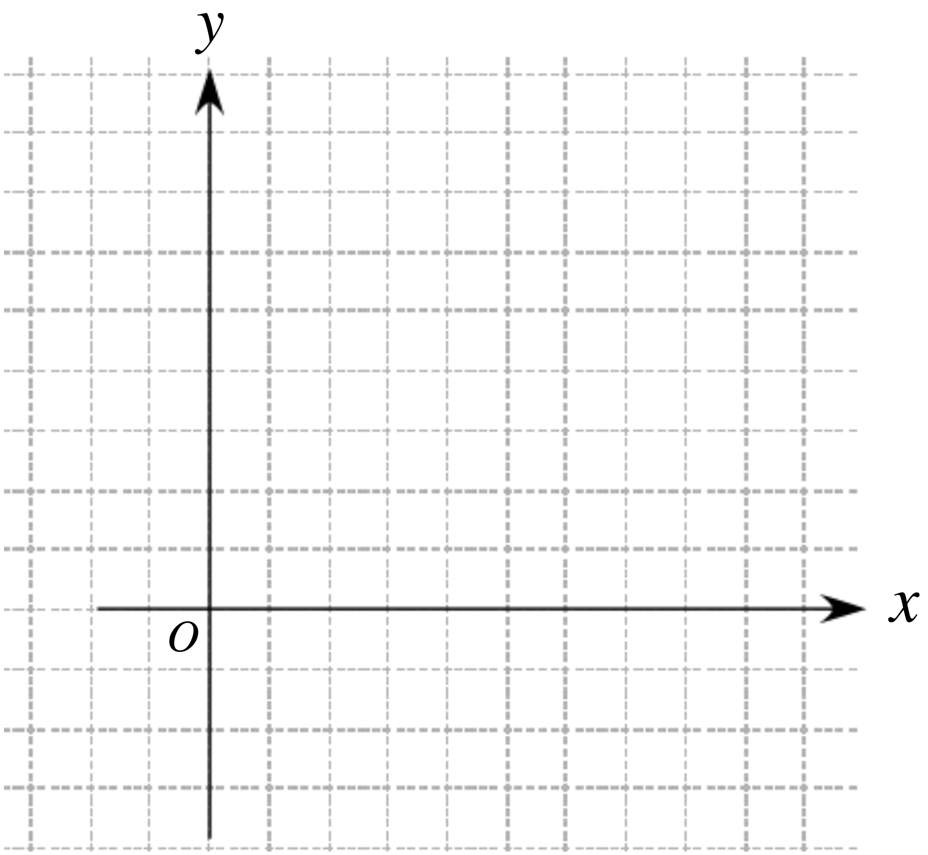
物理学基礎　問題集2016

～力学～

例題-01

ある歩行者が東に7km及び北に4km歩く。
合成変位を作図し、大きさを求めよ。
(1目盛は1km)



例題-02

x 軸に沿って運動する質点 $t_1 = 1$ [s]のとき $x_1 = 14$ [m]の位置にあり、

$t_2 = 3$ [s]のとき $x_2 = 4$ [m]の位置にある。

この時間における変位と平均速度を求めよ。

例題-03

x 軸に沿って運動する質点が $v = 5 + 10t$ [m / s] に従って運動する。
この質点は $t = 0$ [s]における位置は 20 [m] である。

1. 加速度を時間 t の関数として表せ。
2. $t = 0$ における質点の速度を求めよ。
3. 位置を t の関数として表せ。

例題-04

等速度運動と等加速度運動の変位と加速度を定義式から導け。
(但し、初期条件は $t=0$ で $x=0$ とする。)

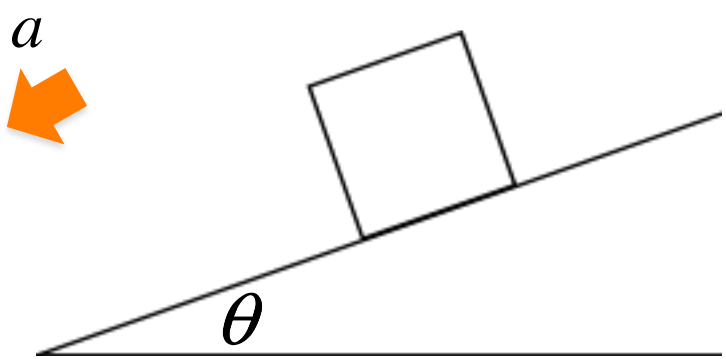
等速度運動 : $v = v_0$

等加速度運動 : $v = v_0 + at$

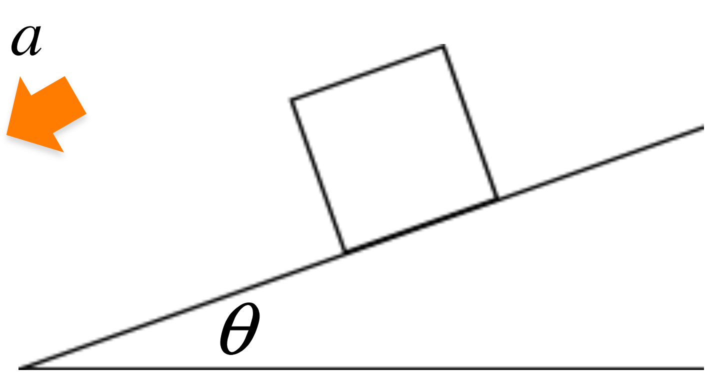
例題-05

それぞれの状態に置いて図に作用する力を書き込み、運動方程式を書け。

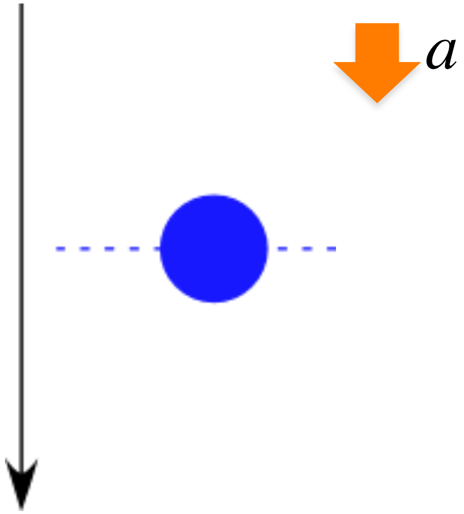
1. 質量 m の物体が斜面を滑り降りる (摩擦なし)



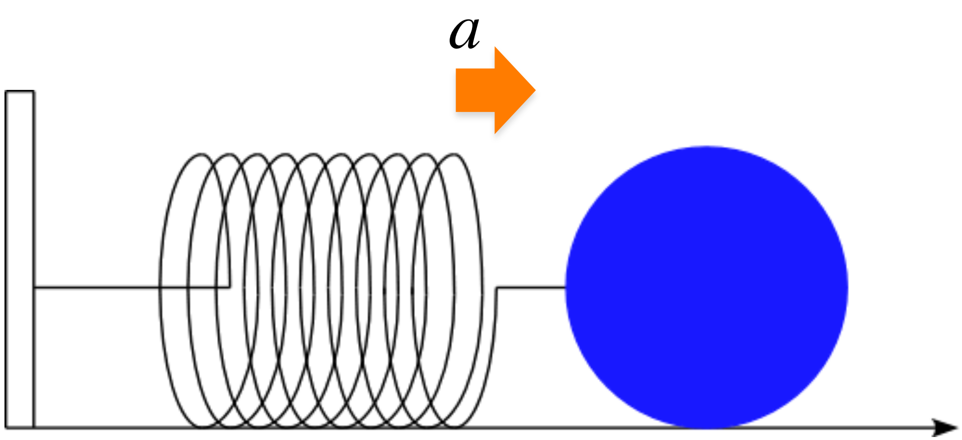
2. 質量 m の物体が斜面を滑り降りる (摩擦力 f あり)



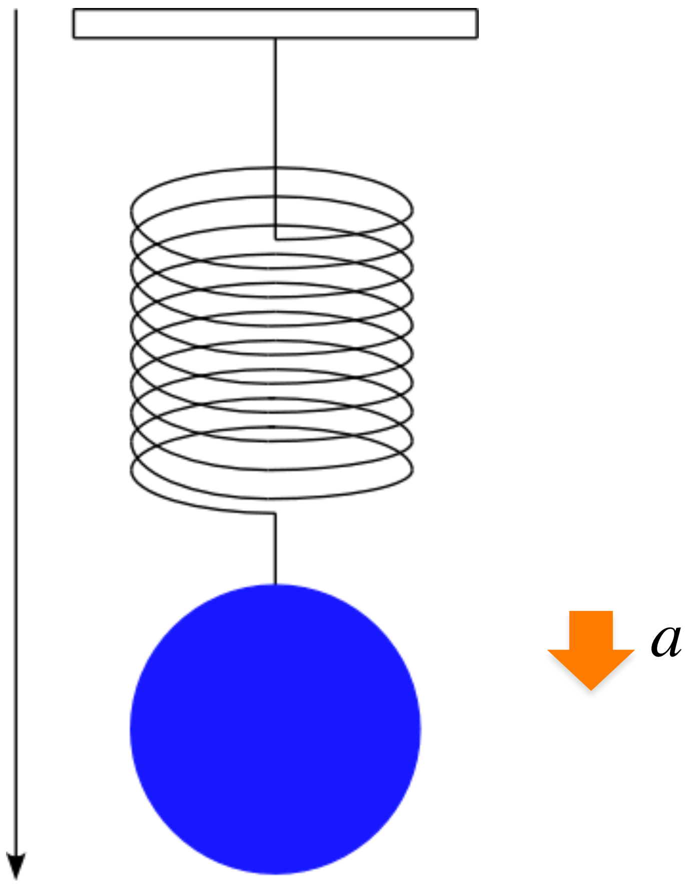
3. 質量 m 雨滴が落下する (空気の抵抗力の大きさは kv)



4. バネに質量 m の物体がついている (バネの復元力は f_s とし、床との摩擦なしとする)



5. バネに質量 m の物体がついている (バネの復元力は f_s とする)



例題-06

質量 m の質点が時間に依存する力 $F = kt^2$ を受けて運動している。
以下の問いに答えよ。
但し、$k > 0$, 定数とし、運動は一直線上の運動であるとする。

1. $t = 0$ から $t = t$ までの間の速度増加量 Δv を求めよ。

2. $t = 0$ から $t = t$ までの間の質点の移動距離 Δx を求めよ。
   (初速度をv_0として用いてよい。)

例題-07

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。

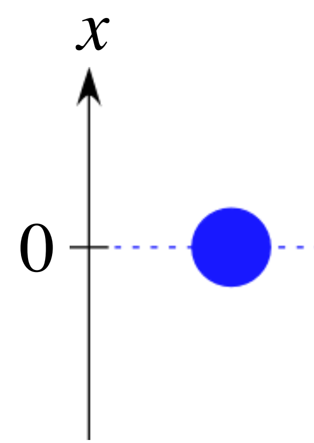
(1) 物体に作用する力を図に書き込め。

(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。

例題-08

質量 m の物体を自由落下させる。
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から導け。

例題-09

質量 m の物体を鉛直方向に初速度 v_0 で投げ上げる運動

1. この運動の運動方程式を記述せよ

2. 運動方程式から速度 $v(t)$ を導け

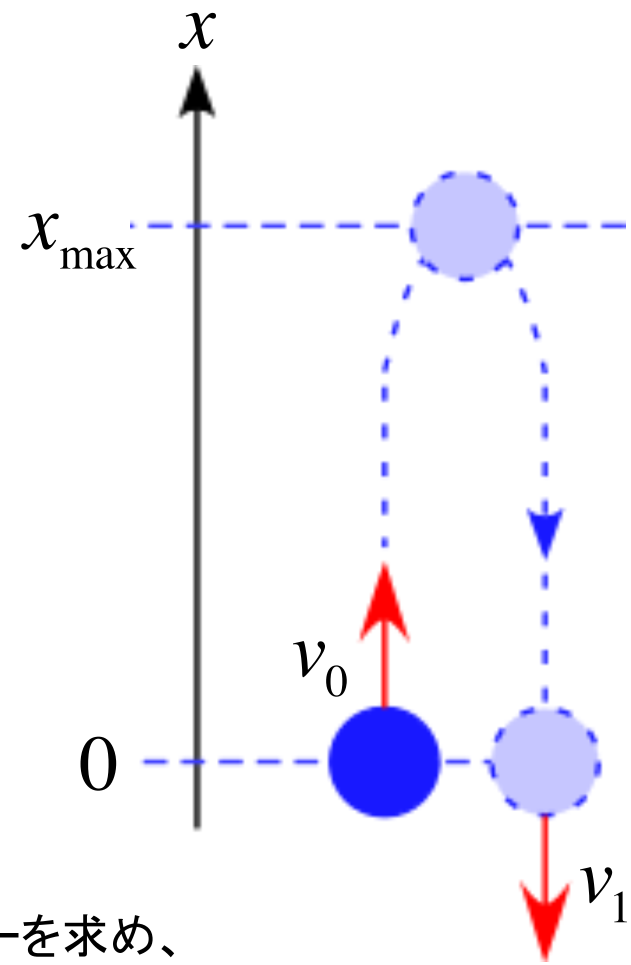
3. 運動方程式から変位 $x(t)$ を導け

4. 最高点に達する時刻 t_{max} を求めよ

5. 最高点の位置 x_{max} を求めよ

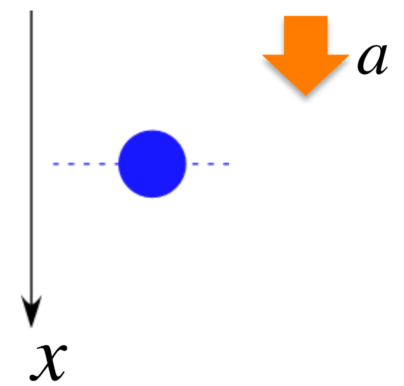
6. 再び戻ってきた時の速度 v_1 を求めよ

7. ある時刻 t での運動エネルギーと位置エネルギーを求め、
その和が時間に寄らず一定であることを示せ



例題-10

質量 m 雨滴が落下する。
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 kv 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。

(4) 十分時間が経過した状態の速度を記述せよ。

例題-11

水平とθの角をなす斜面上に帆のついたそりを置き、そりが斜面に沿って
すべり落ちる運動を考える。
そりの質量をM, 動摩擦係数をμ, 重力加速度をg, とする。
そりには帆が張ってあり、そりの速さに比例した抵抗力がはたらくとする。
比例定数をk, として、以下の問いに答えよ

1. そりの速度が$v(t)$になったときのそりの加速度を$\alpha(t)$として、運動方程式を書け。

2. この運動の$v-t$グラフを書け。

3. そりが等速運動するようになったときの速度を求めよ。

例題-12

一定の加速度 α で上昇するエレベータがある。

このエレベータ内で質点を原点から初速度 v_0 で鉛直方向に投げ上げたところ、

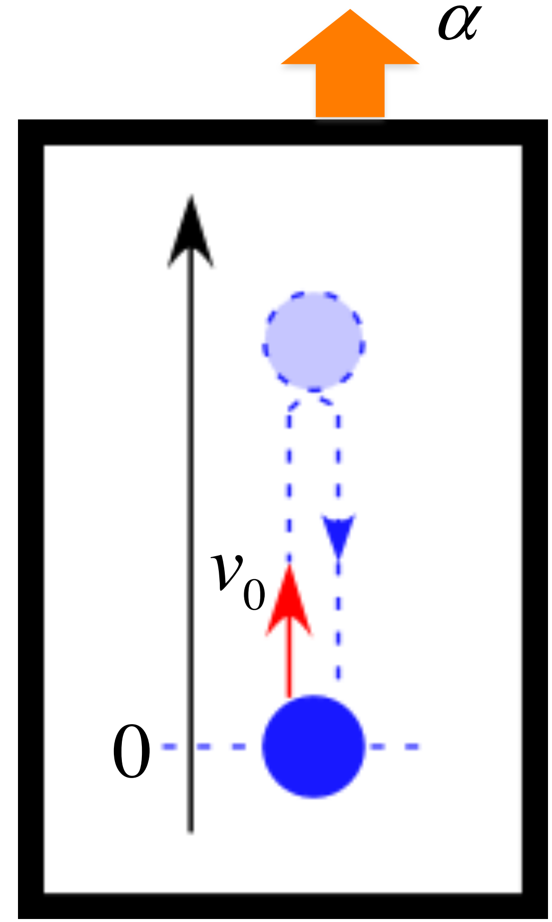
t_0 秒後に再び原点に戻ってきた。以下の問に答えよ。

(但し、重力加速度は g として用いること)

1. 質点に作用する力を記入せよ。

2. この運動の運動方程式を書け。

3. エレベータの加速度を求めよ。



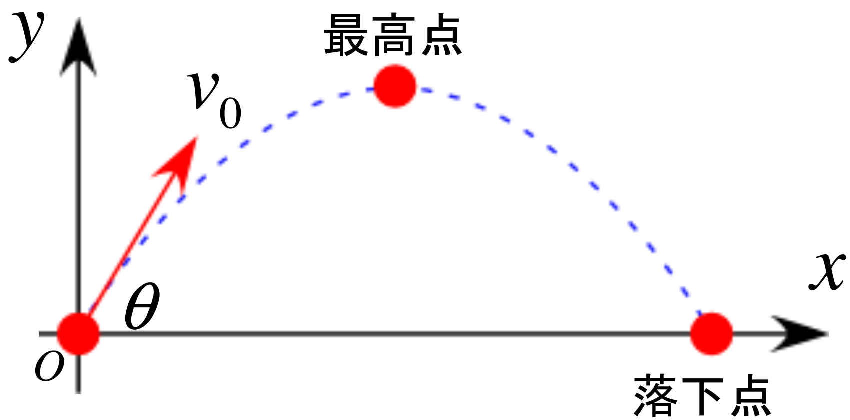
例題-13

質量 m の物体を斜めに投げる運動を考える

初速度v_0、水平面との角度 θ で投げたとする。

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) 初速度をx,y成分に分解し、図に書き込め。

(2) この運動の運動方程式をx,y 方向それぞれ記述せよ。

(3) 運動方程式から速度$v_x(t)$,$v_y(t)$ を計算せよ。

(4) 運動方程式から変位$x(t),y(t)$ を計算せよ。

(5) 落下点に達する時刻 t_1 を求めよ。

(6) 落下点の位置 x を求めよ。

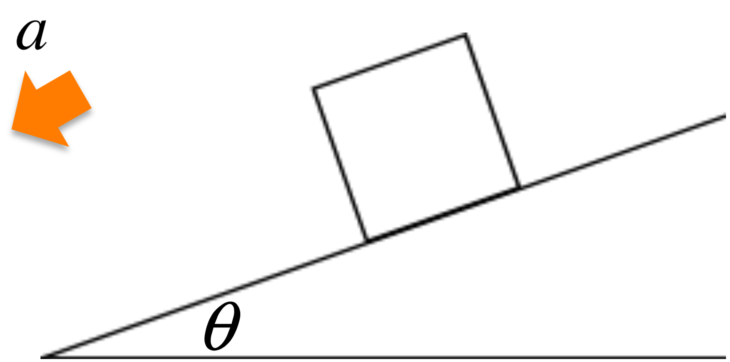
(7) 最高点に達する時刻 t_2 を求めよ。

(8) 最高点の座標 を求めよ。

(9) 飛距離最大となるための角度 θ_0 を求めよ。

例題-14

質量 m の物体が斜面を滑り降りる。(初速度は無いものとする)
斜面との摩擦力がない場合について以下の問に答えよ。



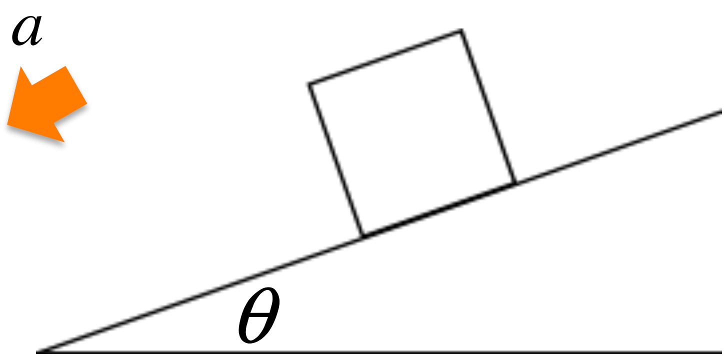
(1) 物体に作用する力を書き込め。

(2) この運動の運動方程式を記述せよ。

(3)時間 t 後に物体が斜面を移動した距離を求めよ。

斜面との摩擦力 f がある場合について以下の問に答えよ。

(動摩擦力 $f = \mu_k N$ として用いよ)



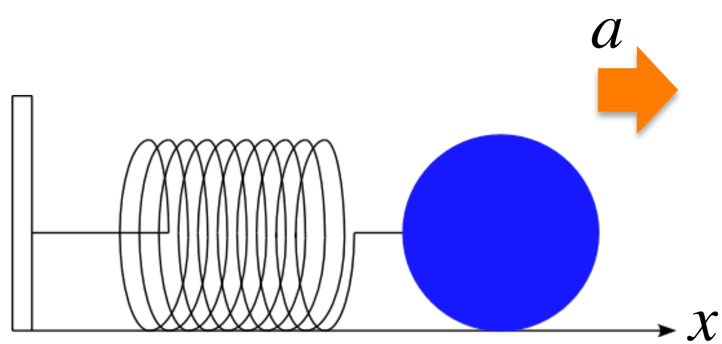
(4) 物体に作用する力を書き込め。

(5) この運動の運動方程式を記述せよ。

(6) この運動は等加速度運動であることを示せ。

例題-15

バネに質量 m の物体がついている。
バネ定数は k とし、床との摩擦なしとする。
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。

(3) バネを x_0 だけ縮めたときの弾性力による仕事を計算せよ。

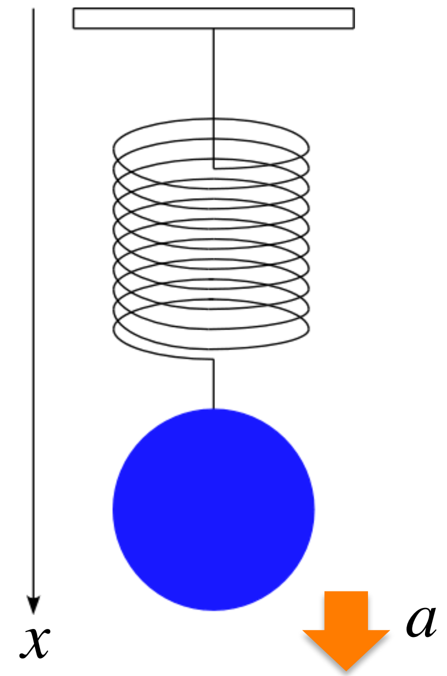
(4) バネの運動においてエネルギー保存則が成立していることを示せ。

続いて、同じバネを上から吊るした。

(5) 物体に作用する力を書き込め。

(6) この運動の運動方程式を記述せよ。

(7) この運動においてエネルギー保存則が成立していることを示せ。

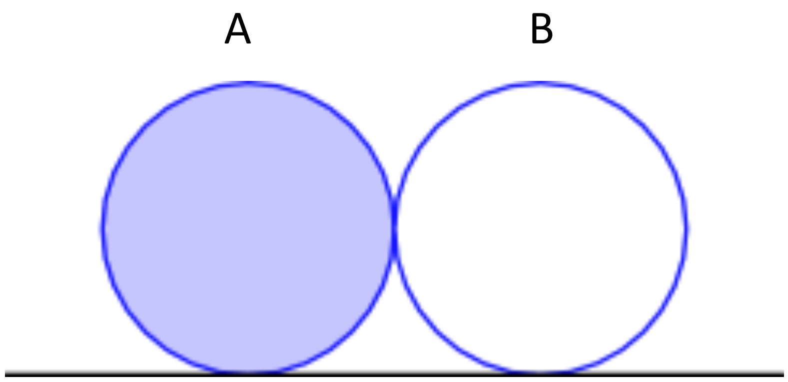


例題-16

２球の正面衝突を考える。

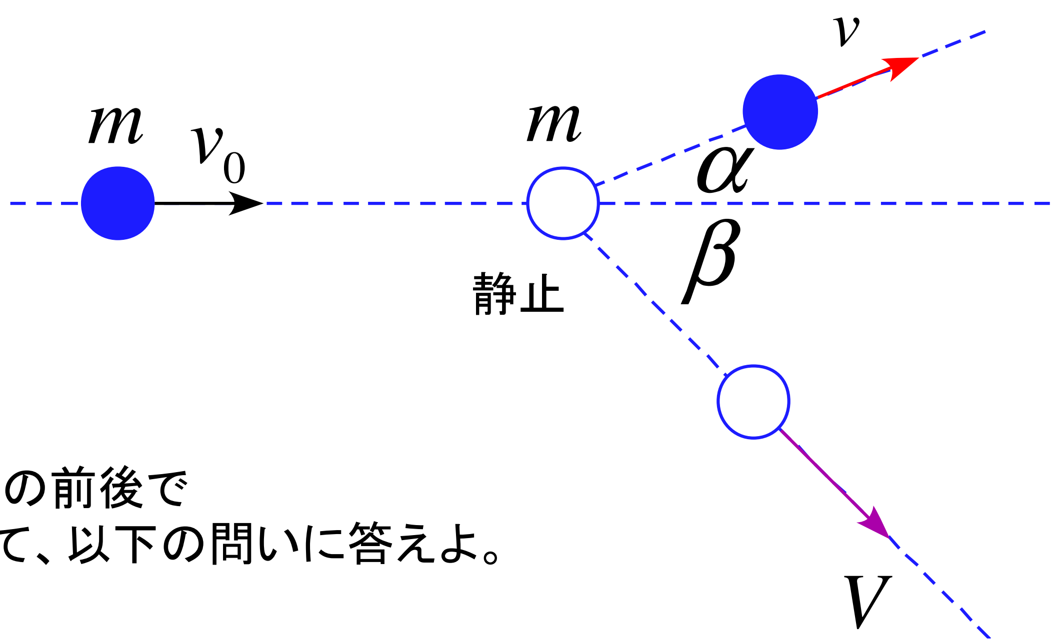
1. 衝突した瞬間の力を図に書き込め。

2. この運動で運動量が保存していることを示せ。



例題-17

斜衝突において、質量が同じであるとする。



衝突は弾性衝突であり、衝突の前後で
エネルギーは不変であるとして、以下の問いに答えよ。

1. 図の角 $\alpha + \beta$ を求めよ。

2. 速度比 $\dfrac{v}{V}$ を β を使って表せ。

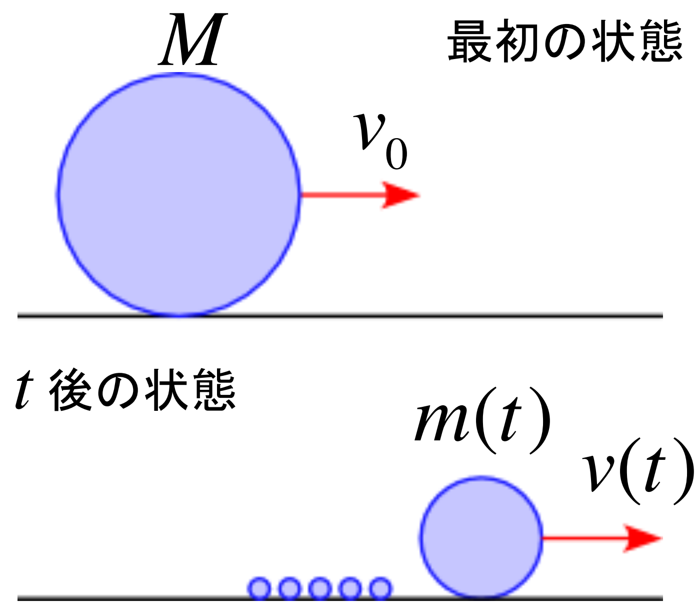
例題-18

滑らかな水平面上で、後方に単位時間あたり m_0 の物質を噴出しながら運動する物体がある
物体の初期質量を M、初速度を v_0 とする
噴出物質の速度は常に 0 になるように噴出されるものとする

1. 時間 t 後の質量 $m(t)$ を記述せよ

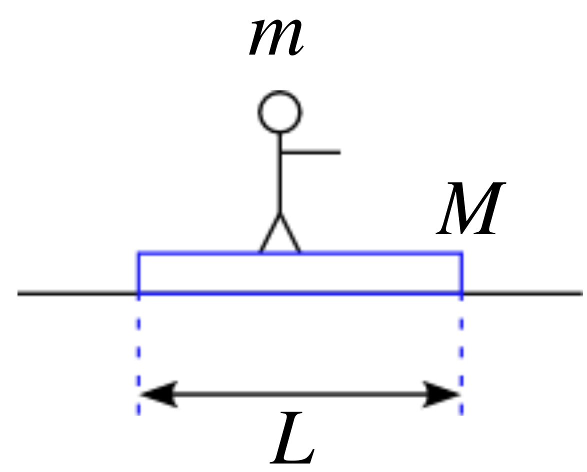
2. 時間 t 後の速度 $v(t)$ を求めよ

3. 時間 t 後の移動距離 $x(t)$ を求めよ



例題-19

滑らかな水平面上に質量 M、長さ L の板がある。
この板の上を質量 m の人が端から端まで歩くとする。



1. この運動に作用する力を図に書き込め。
   但し、板が人から受ける水平方向の力を F とする。

2. この運動で人と板の運動方程式を書け。

   但し、板の変位 $x_1(t)$、人の加速度 $x_2(t)$ とする。

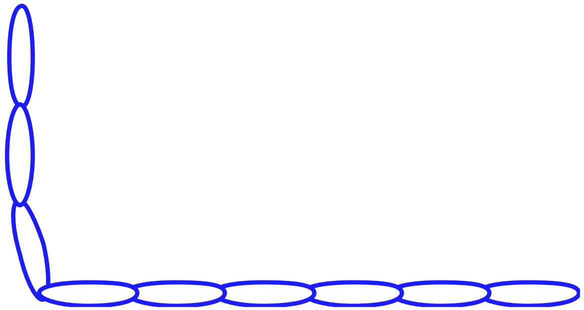
3. 初速度 $v_0 = 0$ のとき、板の移動距離を求めよ。

例題-20

床の上に線密度ρの鎖が置いてある。
この鎖の端を持って鉛直に引き上げる運動を考える。
重力加速度をgとして以下の問いに答えよ。

引き上げた部分の長さがx、速度がv加速度がaとなったとき

1. 引き上げた部分の質量mを記述せよ。



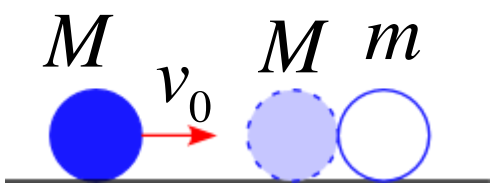
2. この時の運動方程式を記述せよ。

3. 引き上げる力Fの大きさを求めよ。

4. 一定の速度vで引き上げる場合の力の大きさを求めよ。

例題-21

一直線上での質点の衝突を考える。
静止している質量m の質点に、質量Mの質点が
速度v_0 で衝突する。
但し、反発係数は



$$-e=\frac{\text{衝突後の相対速度}}{\text{衝突前の相対速度}}$$

となることを利用してよい。
以下の問に答えよ。

(1) 質点 M の衝突後の速度v_1 を求めよ。

(2) 質点 m の衝突後の速度 v_2 を求めよ。

(3) 質点 M が衝突後に跳ね返るためのM,m,e関係式を
記述せよ。

(4)$M=m, e=1$のとき、どのような現象になるか記述せよ。

過去テスト出題例

2013 教養の物理 中テスト　2013.5.23実施

2013 教養の物理 期末テスト　2013.7.25実施

2014 教養の物理 中テスト　2014.5.22実施

2014 教養の物理 期末テスト　2014.7.24実施

2015 教養の物理 中テスト　2015.5.21実施

2015 教養の物理 期末テスト　2015.7.23実施

2011 物理学基礎 期末テスト　2011.7.27実施

2013 教養の物理 中テスト 2013.5.23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。

1. 次の物理量の定義式、単位を記述せよ。
また、次元解析を行い次元を示せ。
但し、解答のみではなく計算途中も記述すること。
単位には MKS 単位系を用いること。

(1) 速度
(2) 加速度
(3) 力
(4) 仕事
(5) 運動エネルギー
(6) 運動量
(7) 力積

2. x 軸に沿って運動する質点が$v = 7 + 2t$ に従って運動する。
この質点は$t = 0$ [s]における位置は5 [m] である。

(1) $t = 0$ における質点の速度$v(0)$を求めよ。

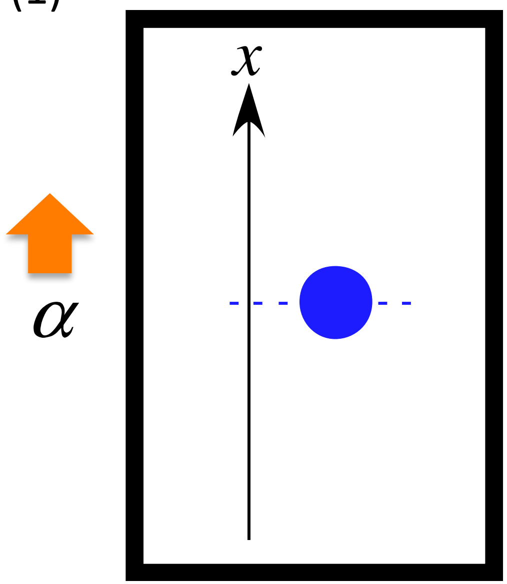
(2) 変位$x(t)$を t の関数として表せ。

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、地球上で行ったとする。

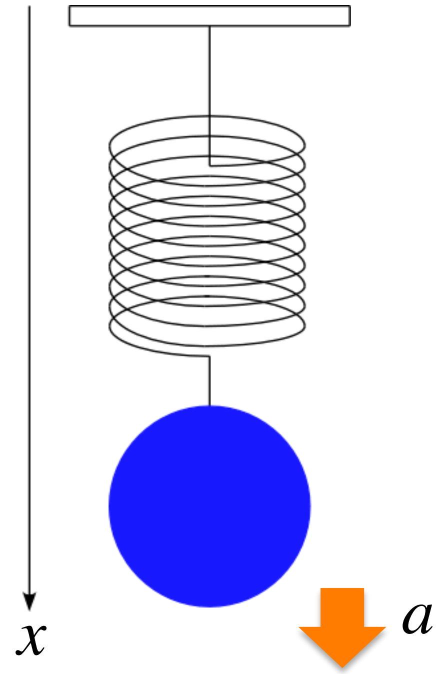
(1) 一定の加速度 α で上昇するエレベータ内で物体を
落下させる運動 (初速度無し)

(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)

(1)

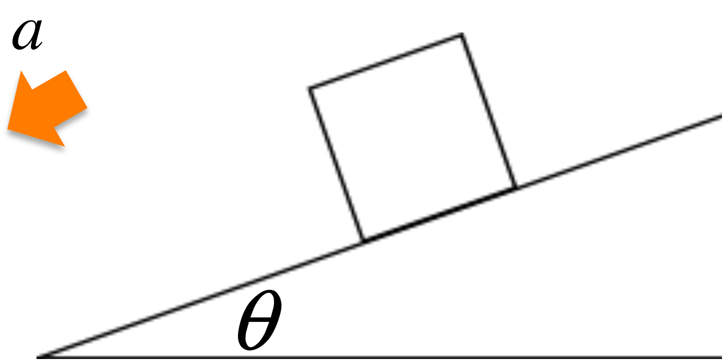


(2)



4. 斜面との摩擦力f がある運動について以下の問に答えよ。

(動摩擦力 $f = \mu_k N$として用いよ)

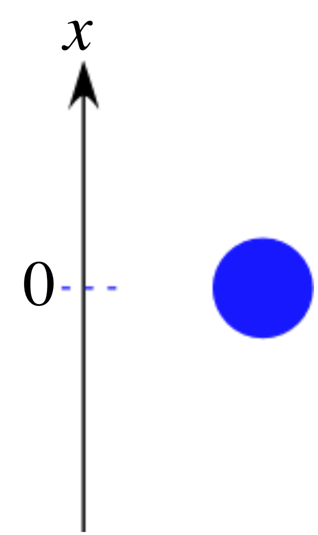


(1) 物体に作用する力を書き込め。

(2) この運動の運動方程式を記述せよ。

(3) この運動は等加速度運動であることを示せ。

5. 質量 m の物体を自由落下させる。
以下の問いに答えよ。
初期条件は $t=0$ で $x=0$ とする。



(1) この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) ある時刻 t での運動エネルギー $K(t)$ と位置エネルギー $U(t)$ を求め、その和 $E(t)=K(t)+U(t)$ が時間に寄らず一定であることを示せ。

(6) 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。

2013 教養の物理 期末テスト 2013.7.25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をすること。

必修問題

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 $\boxed{\qquad\qquad = F}$ と表される。

その次元は $\boxed{\qquad\qquad}$ 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)の式の両辺に速度 v を掛け、整理すると

$$\frac{d}{dt}\left(\boxed{\quad ① \quad}\right)=\frac{d}{dt}\left(\boxed{\quad ② \quad}\right)$$

となる。

左辺の①の部分は運動エネルギーを右辺の②の部分は

仕事を表している。

(5) また、(3)の式を変形すると

$$\frac{d}{dt}\left(\boxed{③}\right)=F$$

と表される。

③の部分は運動量である。

③を p とおくと

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

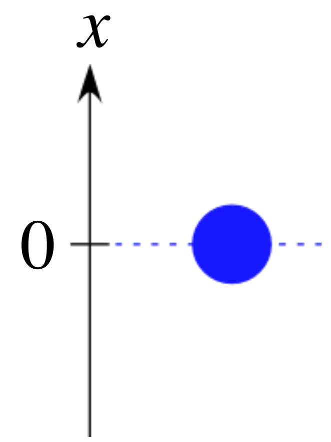
この左辺 Fdt が力積であり、その次元は $\boxed{}$ である。

2. x 軸に沿って運動する質点が $v=7+12t+6t^2$ に従って運動する。この質点は $t=0$ [s]における位置は 5 [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。

10. 質量 m の物体を自由落下させる。
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から導け。

11.滑らかな水平面上で、後方に単位時間あたりm_0 の物質を噴出しながら運動する物体がある。

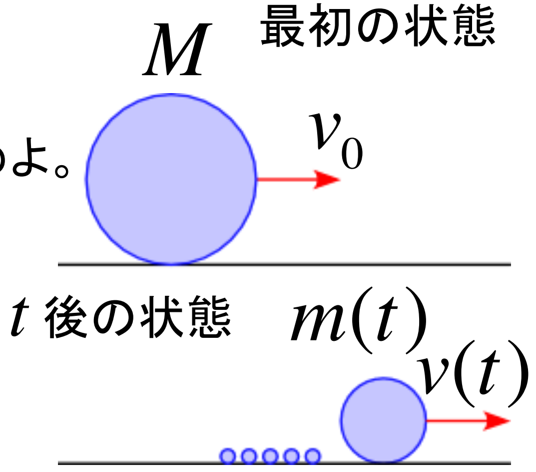
物体の初期質量をM、初速度を v_0 とし、噴出物質の速度は常に0 になるように噴出されるものとする。

以下の問に答えよ。

(1) 時間 t 後の質量 $m(t)$ を記述せよ。

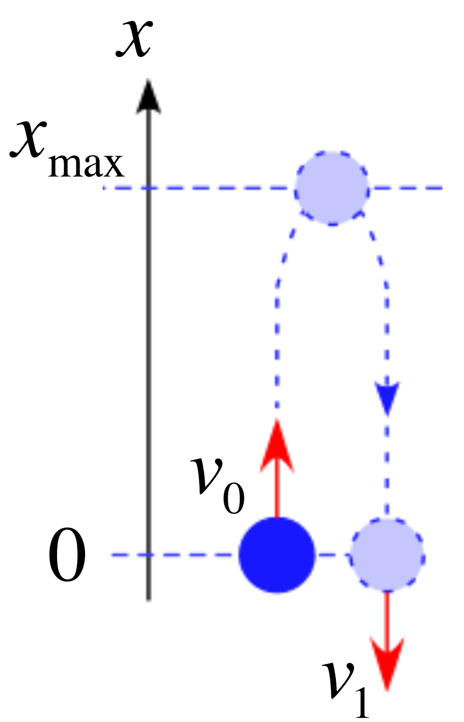
(2) 時間 t 後の速度 $v(t)$ を求めよ。

(3) 時間 t 後の移動距離 $x(t)$ を求めよ。



12. 質量mの物体を鉛直方向に初速度v_0で投げ上げる運動を考える。

初期条件は$t=0$で$x=0$とする。



(1) この運動の運動方程式を記述せよ。

(2) 運動方程式から速度$v(t)$を導け。

(3) 運動方程式から変位$x(t)$を導け。

(4) 最高点に達する時刻$t_{\max}$を求めよ。

(5) 最高点の位置$x_{\max}$を求めよ。

(6) 再び戻ってきた時の速度v_1を求めよ。

(7) ある時刻tでの運動エネルギー$K(t)$と位置エネルギー$U(t)$を求め、その和$E(t)=K(t)+U(t)$が時間に寄らず一定であることを示せ。

(8) 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。

13. 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) 物体に作用する力を図に書き込め。

(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。

2014 教養の物理 中テスト　2014.5.22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。

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 $\boxed{\qquad\qquad = F}$ と表される。
その次元は $\boxed{\qquad\qquad}$ 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

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

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。

(5) また、(3)の式を変形すると

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

と表される。

②の部分は運動量である。

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 $\boxed{\qquad}$ である。

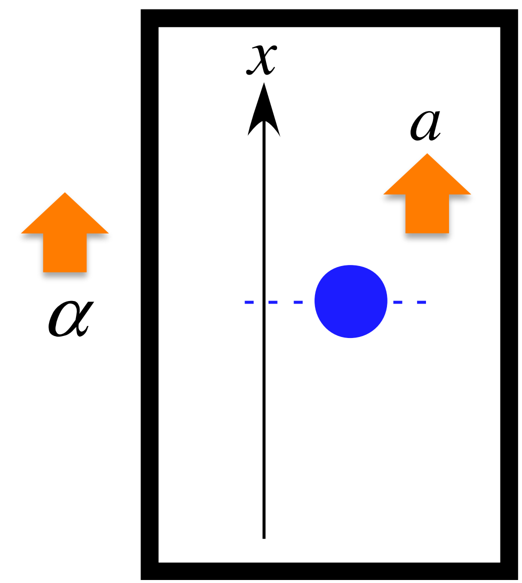
2. x 軸に沿って運動する質点が $v=9t^2+6t+3$ に従って運動する。この質点は $t=0$ [s]における位置は 3 [m] である。

(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。

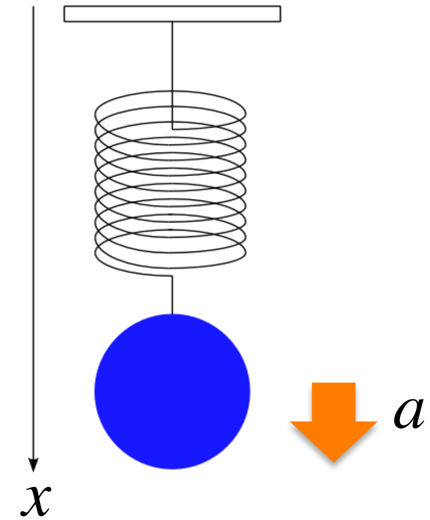
3. 以下の運動について物体に作用する力を図に書き込み、その運動の運動方程式を記述せよ。
いずれの運動も物体の質量は m とし、地球上で行ったとする。

(1) 一定の加速度 α で上昇するエレベータ内で物体を落下させる運動 (初速度無し)



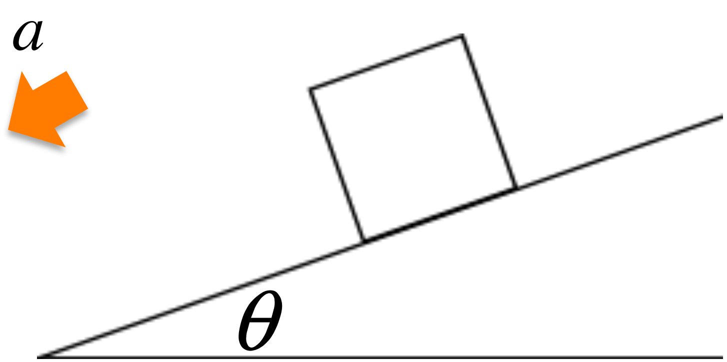
(2) 物体をバネを吊るした状態での単振動運動

(バネ定数は k としてて用いよ)



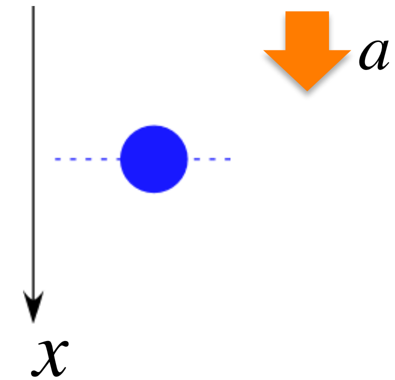
(3) 摩擦力が働く斜面を滑り降りる運動

(動摩擦力 $f=\mu_k N$ としてて用いよ)



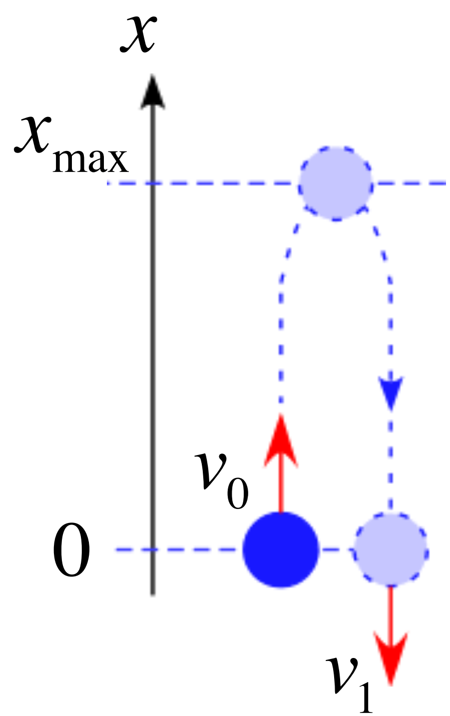
(4) 雨滴の落下運動

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の物体を鉛直方向に初速度 v_0 で投げ上げる運動を考える。

初期条件は $t=0$ で $x=0$ とする。



(1) この運動の運動方程式を記述せよ。

(2) 運動方程式から速度$v(t)$ を導け。

(3) 運動方程式から変位 $x(t)$ を導け。

(4) 最高点に達する時刻 $t_{\max}$ を求めよ。

(5) 最高点の位置 $x_{\max}$ を求めよ。

(6) 再び戻ってきた時の速度 v_1 を求めよ。

(7) ある時刻 t での運動エネルギー$K(t)$と位置エネルギー$U(t)$を求め、その和 $E(t)=K(t)+U(t)$ が時間に寄らず一定であることを示せ。

(8) 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。

2014 教養の物理 期末テスト　2014.7.24実施

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 $\boxed{\qquad = F}$ と表される。

その次元は $\boxed{\qquad}$ 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)の式の両辺に速度 v を掛け、整理すると

$$\frac{d}{dt}\left(\boxed{\text{①}}\right) = \frac{d}{dt}\left(\boxed{\text{②}}\right)$$

となる。

左辺の①の部分は運動エネルギーを右辺の②の部分は

仕事を表している。

(5) また、(3)の式を変形すると

$$\frac{d}{dt}\left(\boxed{\text{③}}\right)=F$$

と表される。

③の部分は運動量である。

③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 $\boxed{}$ である。

2. x 軸に沿って運動する質点が $v=5+6t^2$ に従って運動する。

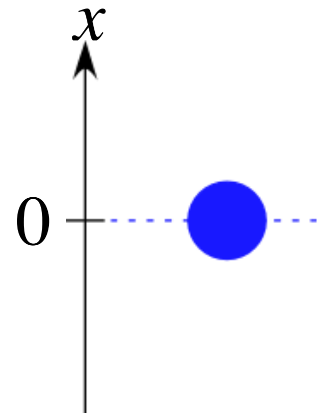
この質点は $t=2$ [s]における位置は 30[m] である。

(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。

選択問題 (力学) 以下の問題10～13のうち2題を選択して解答せよ。

10. 質量 m の物体を自由落下させる。
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。

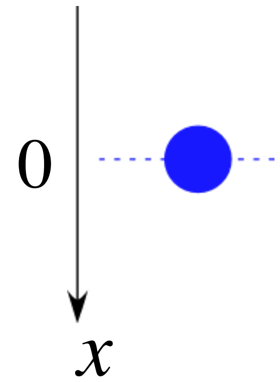
(3) この運動において力学的エネルギーが保存していることを運動方程式から導け。

11.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 kv 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 $v(t)=\frac{mg}{k}\left(1-e^{-\frac{k}{m}t}\right)$

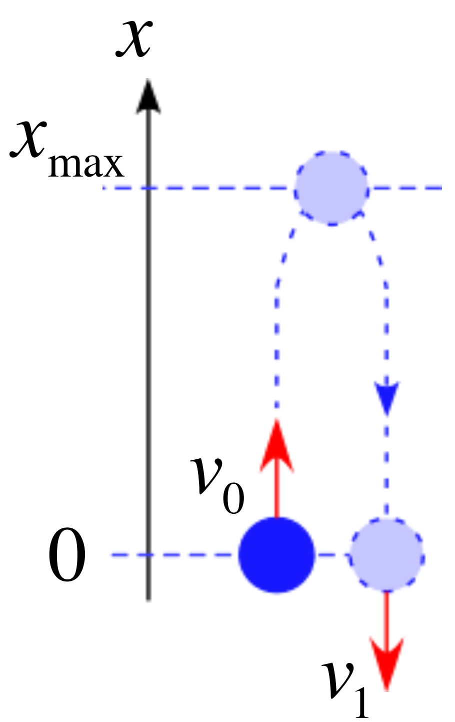
となる。

(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。

12. 質量mの物体を鉛直方向に初速度 v_0 で投げ上げる運動を考える。

初期条件は $t=0$ で $x=0$ とする。



(1) この運動の運動方程式を記述せよ。

(2) 運動方程式から速度$v(t)$ を導け。

(3) 運動方程式から変位$x(t)$ を導け。

(4) 最高点に達する時刻 t_{max} を求めよ。

(5) 最高点の位置 x_{max} を求めよ。

(6) 再び戻ってきた時の速度 v_1 を求めよ。

(7) ある時刻 t での運動エネルギー$K(t)$と位置エネルギー$U(t)$を求め、その和$E(t)=K(t)+U(t)$ が時間に寄らず一定であることを示せ。

(8) 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。

13. 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) 物体に作用する力を図に書き込め。

(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。

2015 教養の物理 中テスト　2015.5.21実施

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 $\boxed{\qquad\qquad = F}$ と表される。

その次元は $\boxed{\qquad\qquad}$ 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

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

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

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

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

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。

(5) また、(3)の式を変形すると

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

と表される。

②の部分は運動量である。

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 $\boxed{}$ である。

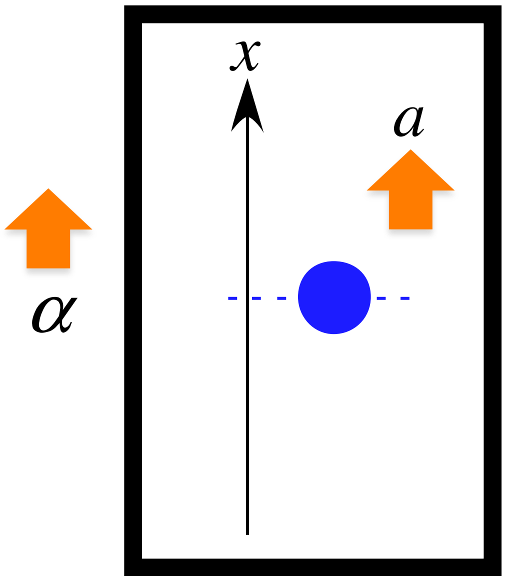
2. x 軸に沿って運動する質点が$v = 4t^3 + 4t + 3$に従って運動する。この質点は $t = 0$ [s]における位置は4 [m] である。

(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。

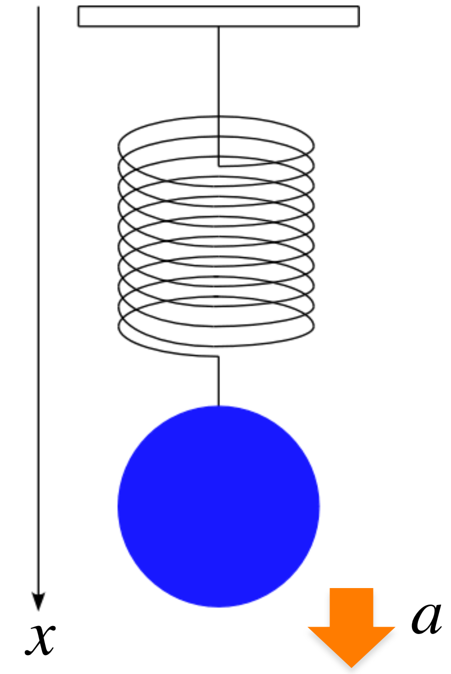
3. 以下の運動について物体に作用する力を図に書き込み、その運動の運動方程式を記述せよ。
いずれの運動も物体の質量はm とし、重力加速度は g とする。

(1) 一定の加速度 α で上昇するエレベータ内で物体を落下させる運動 (初速度無し)



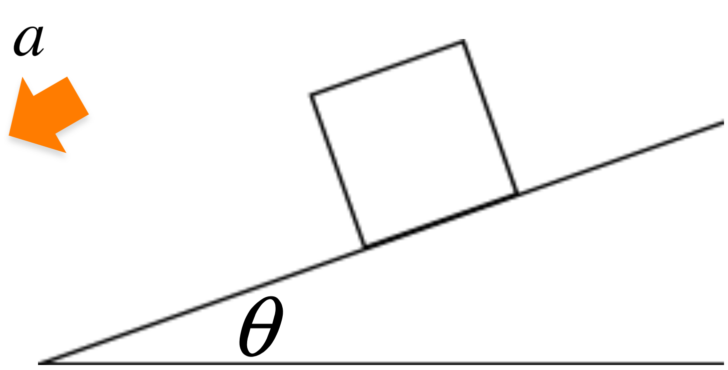
(2) 物体をバネを吊るした状態での単振動運動

(バネ定数は k としで用いよ)



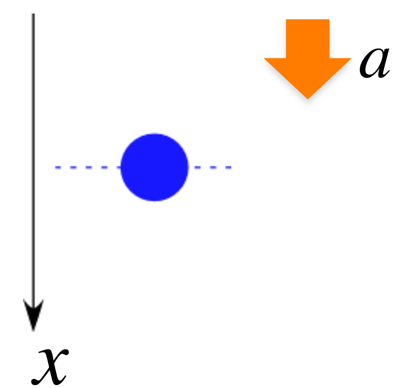
(3) 摩擦力が働く斜面を滑り降りる運動

(動摩擦力 $f=\mu_k N$ として用いよ)



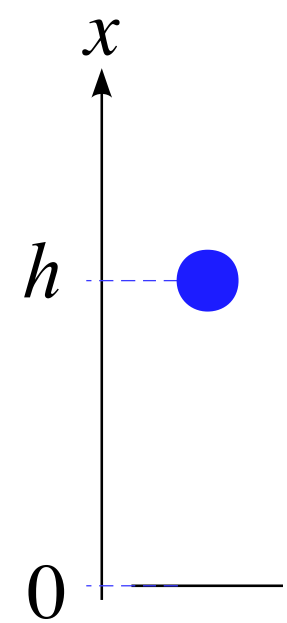
(4) 雨滴の落下運動

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の物体を高さ h の地点から自由落下させる。

以下の問いに答えよ。



(1) この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) 地表に達する時刻 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 $K(t)$ と位置エネルギー $U(t)$ を求め、その和 $E(t) = K(t) + U(t)$ が時間に寄らず一定であることを示せ。

(7) 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。

2015 教養の物理 期末テスト 2015.7.23実施

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 $\boxed{\qquad = F}$ と表される。

その次元は $\boxed{\qquad}$ 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

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

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

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

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

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。

(5) また、(3)の式を変形すると

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

と表される。

②の部分は運動量である。

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 $\boxed{}$ である。

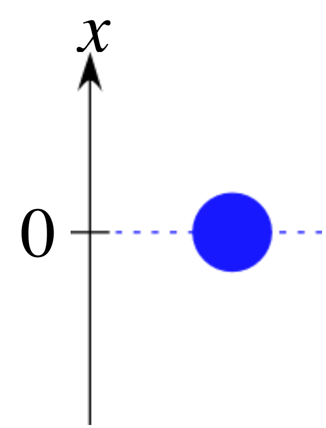
2. x 軸に沿って運動する質点が $v=5+2t+9t^2$ に従って運動する。この質点の $t=2$ [s]における位置は 40 [m] である。

(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。

選択問題 (力学) 以下の問題10～13のうち2題を選択して解答せよ。

10. 質量 m の物体を自由落下させる。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。

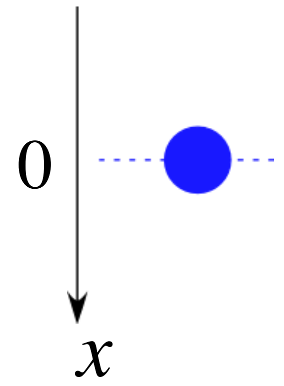
(3) この運動において力学的エネルギーが保存していることを運動方程式から導け。

11.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 kv 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 $v(t)=\dfrac{mg}{k}\left(1-e^{-\frac{k}{m}t}\right)$

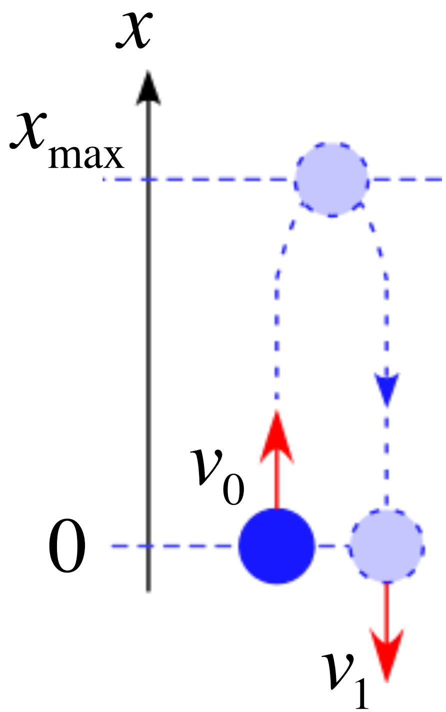
となる。

(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。

12. 質量 m の物体を鉛直方向に初速度 v_0 で投げ上げる運動を考える。

初期条件は $t=0$ で $x=0$ とする。



(1) この運動の運動方程式を記述せよ。

(2) 運動方程式から速度 $v(t)$ を導け。

(3) 運動方程式から変位 $x(t)$ を導け。

(4) 最高点に達する時刻 $t_{\max}$ を求めよ。

(5) 最高点の位置 $x_{\max}$ を求めよ。

(6) 再び戻ってきた時の速度 v_1 を求めよ。

(7) ある時刻 t での運動エネルギー $K(t)$ と位置エネルギー $U(t)$ を求め、その和 $E(t)=K(t)+U(t)$ が時間に寄らず一定であることを示せ。

(8) 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。

13. 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) 物体に作用する力を図に書き込め。

(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。

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

2011 物理学基礎 期末テスト 2011.7.27実施

第1問

次の物理量について次元解析を行え。
但し、解答のみではなく計算途中も記述すること。
(ヒント: 長さ[L]、時間[T]、質量[M]を用いよ。)

1. [Kinetic energy]=
   (運動エネルギー)
2. [Work]=
   (仕事)
3. [Force]=
   (力)
4. [Momentum]=
   (運動量)
5. [Impulse]=
   (力積)

第2問

x 軸上にある質点が $x = 3t + 2t^2$ に従って運動する。
x の単位 [m] , t の単位 [s] とする。

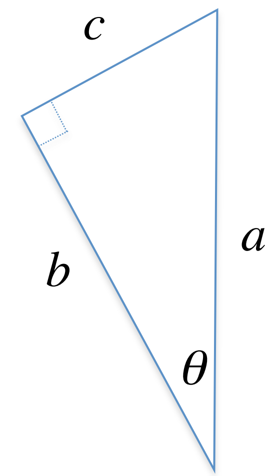
1. $t = 5$ [s] における瞬間速度を計算せよ。

2. $t = 5$ [s] における瞬間加速度を計算せよ。

第3問

右図のような三角形がある。

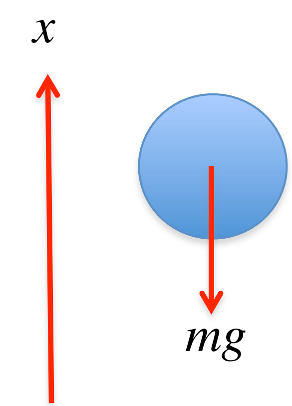
1. bを a 及び θ を用いて表せ。
2. cを a 及びθ を用いて表せ。



第4問

自由落下の運動ではエネルギー保存則が成立していることを
運動方程式から導け。

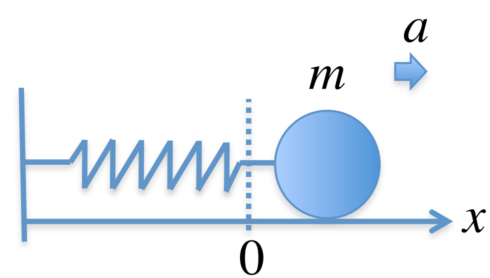
1. 運動方程式を書け。
2. この運動に置いてエネルギー保存則が成立していることを示せ。



第5問

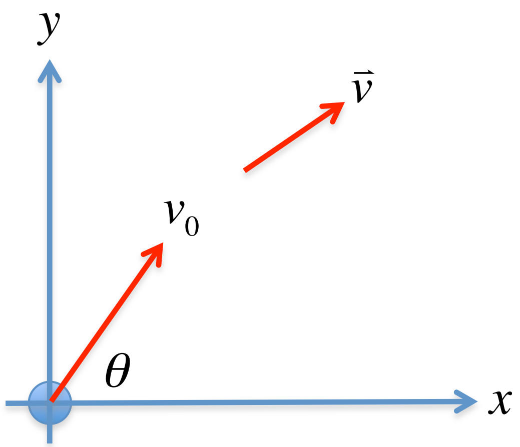
バネが単振動する運動を考える。
質点の質量をm、バネ定数 k とするとき以下の問に答えよ。

1. 運動方程式を書け。
2. この運動に置いてエネルギー保存則が成立していることを示せ。



第6問

ある物体を原点で初速度v_0で射出する。
但し、重力加速度を g とし、x 軸とのなす角をθとする。
以下の問に答えよ。



1. ある時刻 t における速度を求めよ。

$$\vec{v}(t) = \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \end{pmatrix}$$

2. ある時刻 t における変位を求めよ。

$$\vec{x}(t) = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

3. 再び水平面に落下するまでの時間t_0 を求めよ

4. 再び水平面に落下した地点の距離d を求めよ。

5. 最も遠くに飛ばす為のθ を求めよ。

第7問

ある物体が自由落下運動をする。但し、重力加速度を g とし、$t=0$ では原点にあるとする。

1. 以下を参考にして、変位 x を t の関数として導き出せ。

この運動は等加速度運動である。

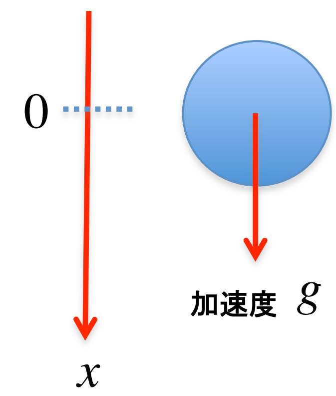
等加速度運動の速度 $v(t)$ は初速度 v_0 とすると

$$v(t)=v_0+at$$

となる。ここで、$v_0=0, a=g$ なので

$$v(t)=gt$$

と表せる。



実際の自由落下では空気中を落下するため空気抵抗を受ける。

この抵抗力は物体の速度に比例する抵抗力 kv を受けるとする。

以下の問に答えよ。 但し、重力加速度を g とし、$t=0$ を原点とする。

2. この運動に対する運動方程式を記述せよ。

3. 運動方程式を解き、速度が $v(t)=\dfrac{mg}{k}\left(1-e^{-\frac{k}{m}t}\right)$ となることを示せ。

4. 速度と時間の関係の $v-t$ グラフを書け。

5. 十分時間が経過した状態の速度を記述せよ。

第8問

万有引力定数をG、地球の半径 R、質量 M の球と考えて以下の問に答えよ。

1. 地球の表面上で物体に水平方向に初速度v_1を与えたとき、
   この物体は地球表面すれすれに円運動した。
   大気の影響を無視するものとして考えるとv_1はいくらか。(G, R, M で表せ)
2. 地球の重力によって生じる位置エネルギーUを計算せよ。
   但し、地球から無限遠を基準とする。
3. 地球表面上で、物体に任意の上空方向に初速度v_2を与えたとき、
   この物体は、はるか無限遠方に飛び去った。
   このようになるための最小の初速v_2を求めよ。(G, R, Mで表せ)

第9問

ある質量 m の物体が斜面に置いてあり、斜面の角度を変えていく。

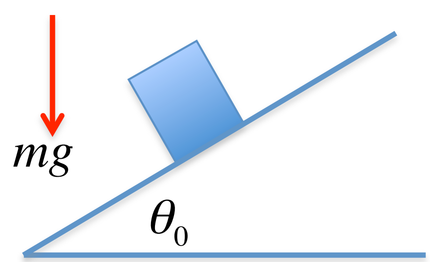
すると、角度が $\theta = \theta_0$ になったとき、滑り出した。

以下の問に答えよ。

但し、重力加速度を g とし、動摩擦係数を μ とする。

1. この運動の運動方程式を記述せよ。

2. この運動において、物体が等加速度運動していることを運動方程式から導け。

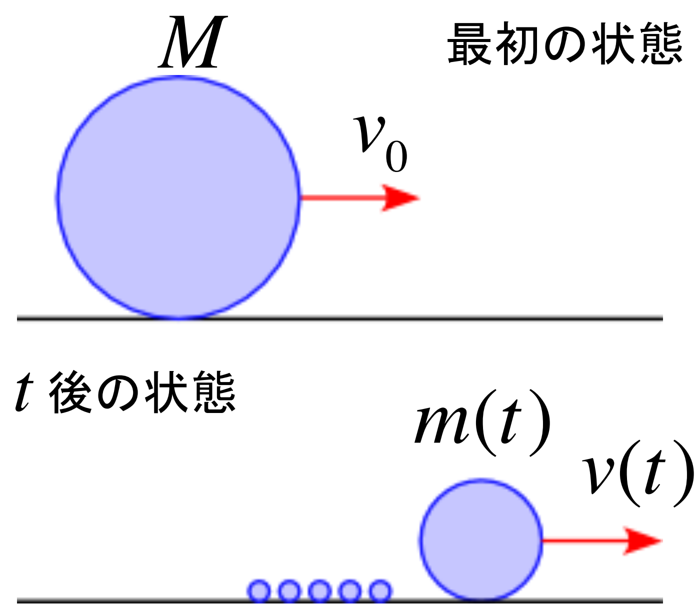


第10問

滑らかな水平面上で、後方に単位時間あたり m_0 の物質を噴出しながら運動する物体がある

物体の初期質量を M、初速度を v_0 とする

噴出物質の速度は常に 0 になるように噴出されるものとする



1. 時間 t 後の質量 $m(t)$ を記述せよ

2. 時間 t 後の速度 $v(t)$ を求めよ

3. 時間 t 後の移動距離 $x(t)$ を求めよ

第11問

細い一様な棒がある。棒全体の質量M、棒の長さL 、面密度 ρ とする。
棒の端を回転軸とした時の慣性モーメントを微小部分を考えることにより導く。

1. 重心から距離 x の位置にある微小部分の質量を記述せよ。

2. この棒の重心の回転軸からの距離を記述せよ。

3. この棒の重心を回転軸とした時の慣性モーメント I_G を計算せよ。
（M, L を用いて表せ。）

4. この棒の端を回転軸とした時の慣性モーメントI を計算せよ。
（M, L を用いて表せ。）