授業予定(変更されたシラバス)

①力学1の確認と力学2の概要
②仕事
③運動エネルギー
④位置エネルギー　(小)
⑤力学的エネルギーとその保存則　(小)
⑥エネルギーの綜合演習　(小)
⑦単振動1:定性的な理解と三角関数
(＋確認試験1)
⑧単振動2:運動方程式を解く
⑨単振動3:問題演習　(小)
⑩円運動と慣性力1:基礎事項　(小)
⑪円運動と慣性力2:問題演習　(小)
⑫力のモーメント1:実験的理解と定義　(小)
⑬力のモーメント2:問題演習1　(小)
⑭問題演習2
(＋確認試験2)
⑮まとめ
⑯期末試験

力学2≪学習到達目標≫

1）仕事の定義を説明できる。

2）力学的エネルギー保存則を説明できる。

3）単振動の運動方程式を解き，その運動を説明できる。

4）円運動と，慣性力としての遠心力を説明できる。

5）力のモーメントの定義を説明できる。

第1回目　力学1の確認と力学2の概要

今日の授業の目的

力学1 と力学2 の関連をおおまかに確認する。

力学1で学んだことが身についているかを確認する。

2．力学1 と力学2 の関連

力学1≪学習到達目標≫

1）力の合成・分解をベクトルを使って説明できる。

2）基本的な力の法則（重力，ばねの力，摩擦力）の法則を説明できる。

3）速度，加速度の定義を説明できる。（微分・不定積分）

4）力学の3つの基本法則を説明できる。（工学系科目すべての基礎）

5）放物運動の運動方程式を解き，その運動を説明できる。（べき関数の微分積分・グラフ）

力学2≪学習到達目標≫

1）仕事の定義を説明できる。（ベクトルの内積，定積分）

2）力学的エネルギー保存則を説明できる。（運動方程式から導かれる）

3）単振動の運動方程式を解き，その運動を説明できる。（三角関数の微分積分・グラフ）

4）円運動と，慣性力としての遠心力を説明できる。（運動方程式と力）

5）力のモーメントの定義を説明できる。（力の性質）

３．力学１の確認と復習

（テキスト p.1）

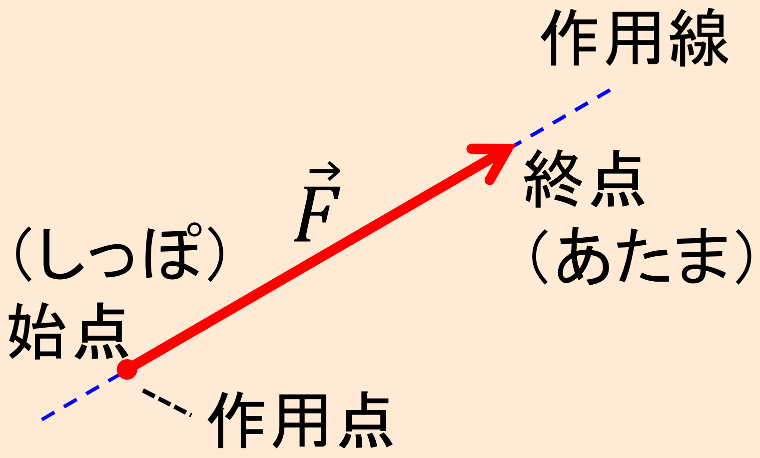
◇ 力（ちから）

・力はベクトルである
・ベクトルは大きさと向きを持つ
・ベクトルは矢印で表す

※ テキストは太い活字 $\boldsymbol{F}$

プリントなど上に矢印 $\vec{F}$

ベクトルの表し方：矢印



ベクトルは，矢印をイメージする！

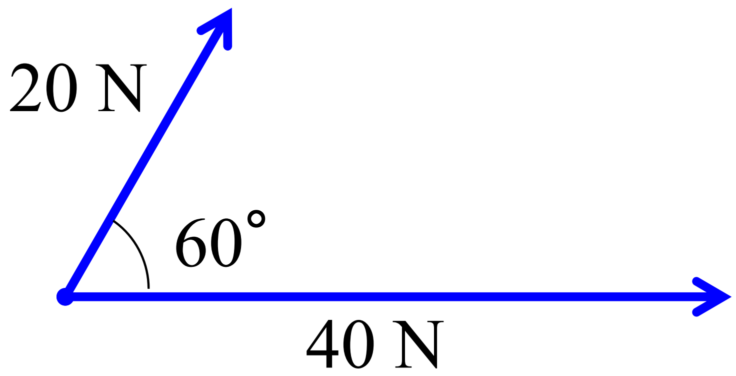
◇ 確認1　力の合成（ベクトルの合成）

（テキスト p.4）

・テキスト第1章の問題演習1 から問題1-4（5）に取り組む。

合力の大きさは？

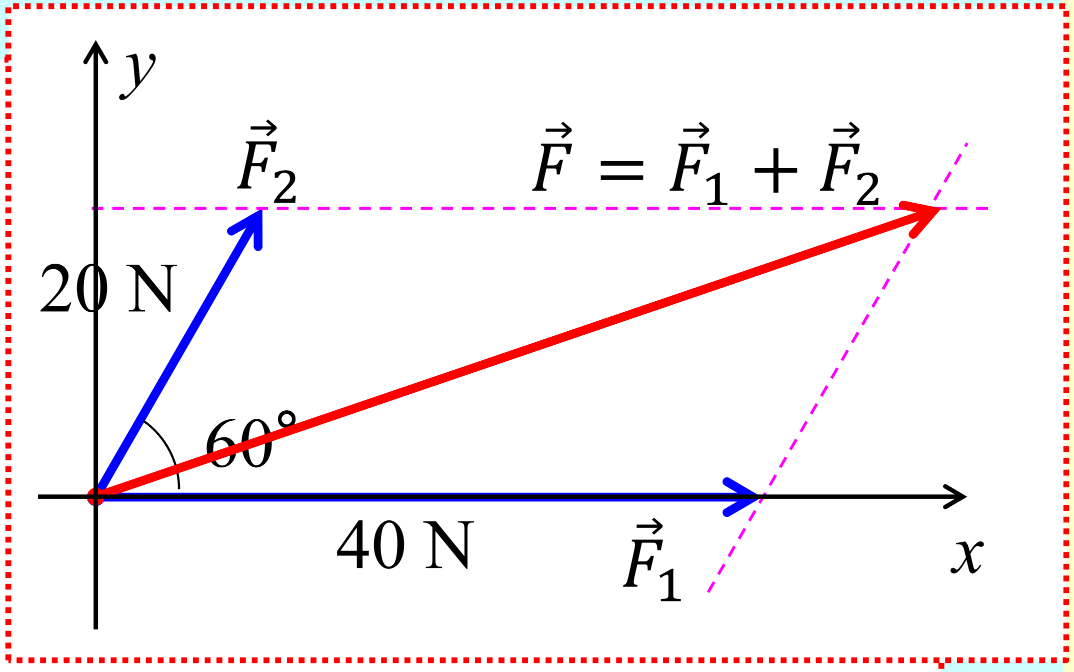
・まず合力を作図する。
・座標軸を設定する。
・成分を求める。
・大きさを求める。



[illegible]分

◇ 確認1　問題1-4(5)

（テキスト p.4）



ベクトルの合成
平行四辺形の法則

合力の大きさ
成分から求めよう。

$$\vec{F}_1 = (40, 0)\ [\mathrm{N}]$$

$$\vec{F}_2 = (20\cos 60°, 20\sin 60°)[\mathrm{N}] = (10, 10\sqrt{3})[\mathrm{N}]$$

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = (50, 10\sqrt{3})\ [\mathrm{N}]$$

$$F = |\vec{F}| = \sqrt{{F_x}^2 + {F_y}^2} = \sqrt{50^2 + (10\sqrt{3})^2}\ [\mathrm{N}]$$

$$= 20\sqrt{7}\ \ [\mathrm{N}]$$

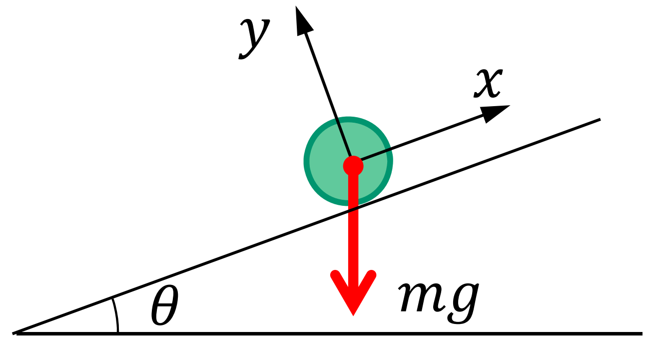
◇ 確認2　力の分解　（テキスト p.5 ）

テキスト第1章の問題演習1から問題1-8 に取り組む。

水平方向と角度θをなす方向にx -y軸をとるとき，鉛直下向きに働く重力mgのx成分およびy成分はいくらか。

ノートに作図して考える

重力の分解



[illegible]分

◇ 力の分解の演習

（テキスト p.5 ）

テキストp.5 の問題演習1から問題1-8 に取り組む。

水平方向と角度θをなす方向にx -y軸をとるとき，鉛直下向きに働く重力mgのx成分およびy成分はいくらか。

重力を$\vec{F}$として

x方向の分力はx軸と逆向きだから，

x成分

$$F_x = -mg\sin\theta \quad [\mathrm{N}]$$

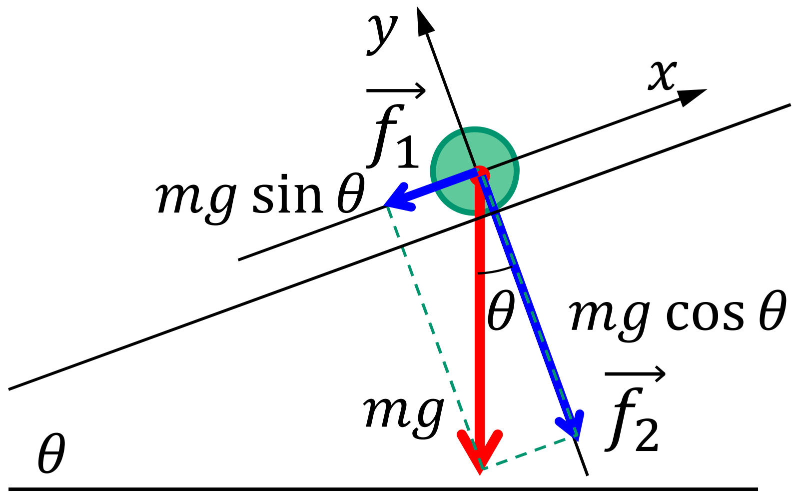
y方向の分力はy軸と逆向きだから，

y成分

$$F_y = -mg\cos\theta \quad [\mathrm{N}]$$

$$\vec{F} = (\,-mg\sin\theta\,,\ -mg\cos\theta\,)\ [\mathrm{N}]$$

重力の分解　$\vec{F} = \overrightarrow{f_1} + \overrightarrow{f_2}$



◇ 確認3　力のつり合い式

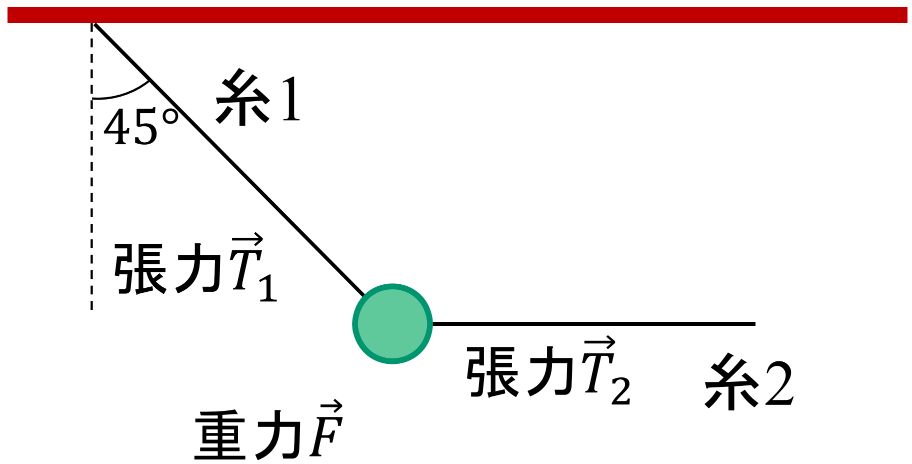
（テキスト p.9）

テキスト第2章の問題演習2から，問題2-7 の問(1)を解答せよ。

まず，重力とつり合うように，張力$\vec{T}_1$，$\vec{T}_2$を作図するところまで

平行四辺形の法則！

分



◇問題演習2から，問題2-7 の問(1)

（テキスト p.9）

手順1：力のつり合いを表すベクトルの式を書く。

$$\vec{F} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0}$$

手順1と2は頭の中で考えるだけでよい。

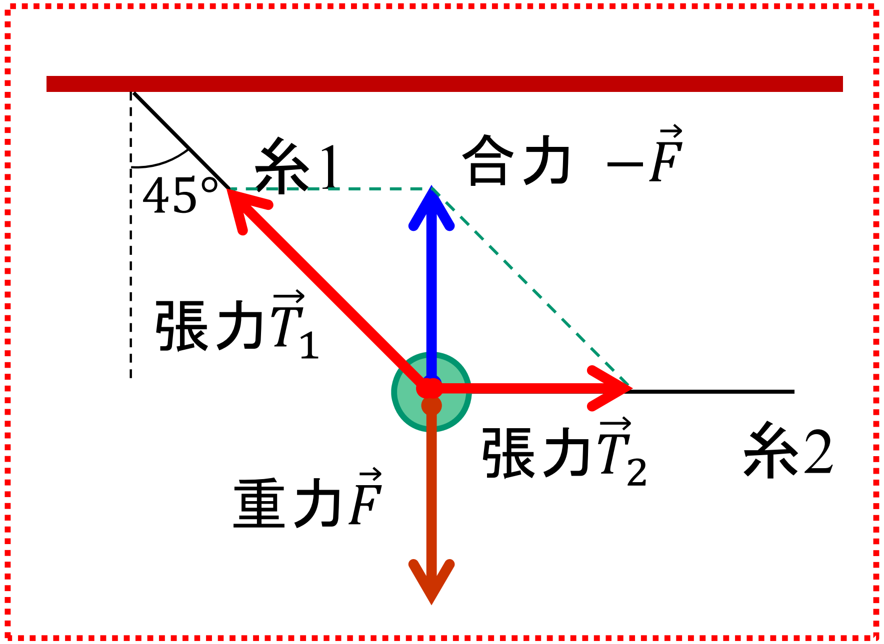
手順2：式変形し，合力（$\vec{T}_1 + \vec{T}_2$）が，重力の逆 $-\vec{F}$ になることを理解する。

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 = -\vec{F}$$

手順3：2本の糸の張力の合力（重力の逆の力）$-\vec{F}$ を作図する。

手順4：張力の合力 $-\vec{F}$ を2本の糸の方向に分解する作図（平行四辺形）。

手順5：平行四辺形の辺で，求める張力 $\vec{T}_1$，$\vec{T}_2$ を表すベクトルが分かる。



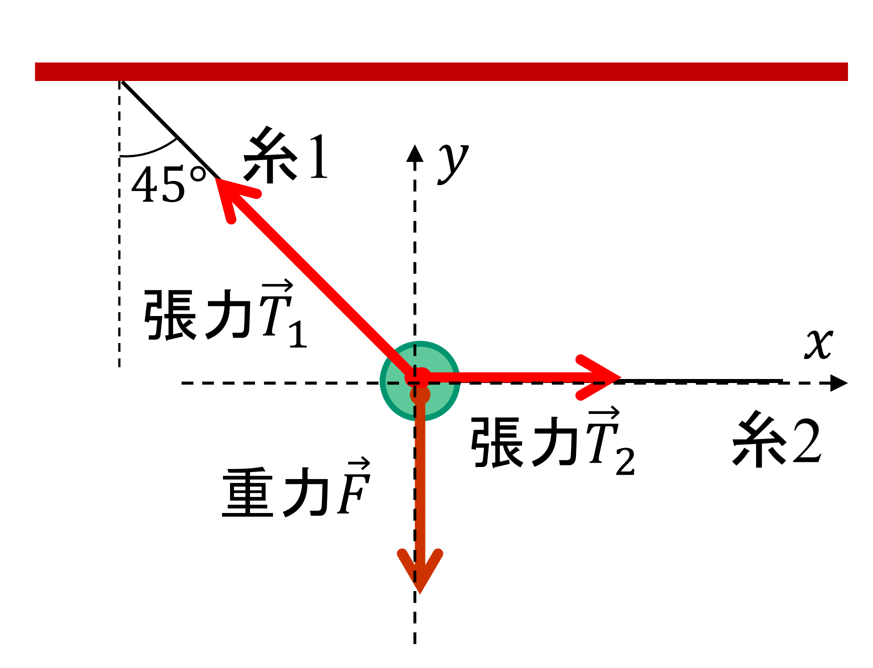
（テキスト p.9）

テキスト第2章の問題演習2から，問題2-7 の問(1)：

直交する2方向について力のつり合い式を立て，
張力の強さを求める。

- 座標軸を適切に設定する。
- 成分で表して，つり合い式を立てる。

分



◇問題演習2から，問題2-7の問(1)

（テキスト p.9）

手順6：水平右方向をx 軸，鉛直上方向をy 軸とする。

$$\vec{F} = (F_x, F_y) = (0, -F) = (0, -2)\ [\mathrm{N}],$$
$$\vec{T}_1 = (T_{1x}, T_{1y}) = (-T_1 \cos 45°, T_1 \sin 45°) = (-(\sqrt{2}/2)T_1,\ (\sqrt{2}/2)T_1),$$
$$\vec{T}_2 = (T_{2x}, T_{2y}) = (T_2,\ 0)$$

手順7：力のつり合いの式：

x成分のつり合い

$$-(\sqrt{2}/2)T_1 + T_2 = 0 \cdots ①$$

y成分のつり合い

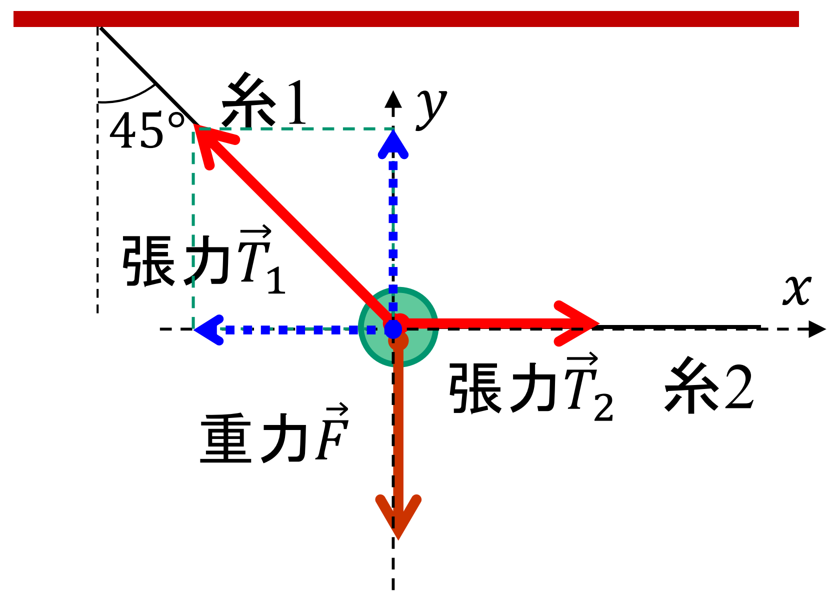
$$(\sqrt{2}/2)T_1 - F = 0 \cdots ②$$

②より $T_1 = (2/\sqrt{2})F = \sqrt{2}F = 2\sqrt{2}[\mathrm{N}]$

①へ代入して $-(\sqrt{2}/2)\sqrt{2}F + T_2 = 0$

$$T_2 = F = 2[\mathrm{N}]$$

$$\therefore T_1 = 2\sqrt{2}[\mathrm{N}],\ T_2 = 2[\mathrm{N}]$$



◇ 確認4　微分･積分と位置･速度･加速度　　（テキスト p.19）

テキスト第4章の問題演習4 の問題**4-3** (3)(4) に取り組む。

微分により加速度 $a(t)$を，不定積分により位置 $x(t)$を求める。

(3) $v(t) = 3$ [m/s]

(4) $v(t) = t^2 + 5t + 3$ [m/s]

[illegible] 分

［2］演習2：問題4-3 (3)(4)

（テキスト p.19）

$$(3)\quad a(t) = \frac{\mathrm{d}v(t)}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}[3]}{\mathrm{d}t} = 0\ [\mathrm{m/s^2}]$$

$$x(t) = \int v(t)\mathrm{d}t = \int 3\,\mathrm{d}t = 3t + C\ [\mathrm{m}]$$

$$(4)\quad a(t) = \frac{\mathrm{d}v(t)}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}[t^2 + 5t + 3]}{\mathrm{d}t} = 2t + 5\ [\mathrm{m/s^2}]$$

$$x(t) = \int v(t)\mathrm{d}t = \int (t^2 + 5t + 3)\mathrm{d}t$$

$$= \frac{1}{3}t^3 + 5 \times \frac{1}{2}t^2 + 3t + C$$

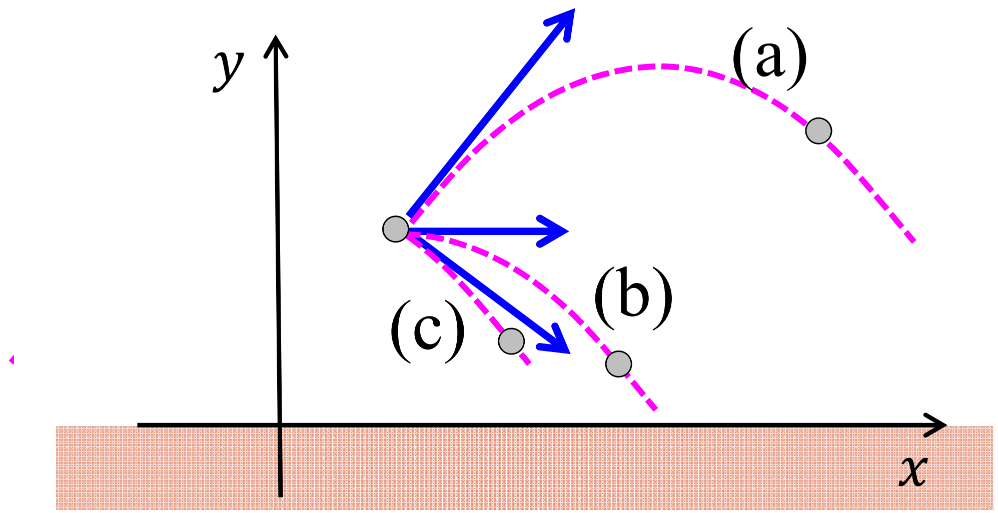
$$= \frac{1}{3}t^3 + \frac{5}{2}t^2 + 3t + C\ [\mathrm{m}]$$

放物運動の特徴: 放物運動の特徴

軌道曲線（テキストp.33）：

準備演習1: 初期条件の速度で, $v_{0x} > 0$とする。
このとき, 次のそれぞれの場合で, 物体が xy面上に描く軌道曲線の概形（大まかな形）の予想をノートに描け。

(a) $v_{0y} > 0$の場合,
(b) $v_{0y} = 0$の場合,
(c) $v_{0y} < 0$の場合



◇ 確認５　放物運動
（テキスト p.31）

テキスト第7章の問題演習7 の問題**7-8** に取り組む。

質量2.0 [kg]の物体

$t = 0.0$ [s]で速度，$v_x = 5.0$ [m/s]，$v_y = 0.0$ [m/s]

$x = 0.0$ [m]，$y = 0.0$ [m]

y方向に4.0 [N]の力を受ける。

自信がある者は，初期条件の値や符号を違う値に変えて答えよ。

(1) 加速度のx成分とy成分。

運動方程式から

(2) $t = 2.0$ [s]での速度

加速度を積分し，初期条件を使う。

(3) $t = 2.0$ [s]での位置

速度を積分し，初期条件を使う。

10分

（テキスト p.31）

［1］演習1: 問題7-8

(1) 物体に働く力　$\vec{F} = (0.0\ ,\ 4.0)[\mathrm{N}]$

運動方程式 $m\vec{a} = \vec{F}$

➡ $2.0[\mathrm{kg}] \times \vec{a} = (0.0\ ,4.0)[\mathrm{N}]$

$$\therefore\ \vec{a} = \left(\frac{0.0}{2.0}, \frac{4.0}{2.0}\right)\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}}\right] = (0.0\ ,2.0)[\mathrm{m/s^2}]$$

（テキスト p.31）

[1] 演習1: 問題7-8

(2) $\vec{a}(t) = (0.0\,, 2.0)[\mathrm{m/s^2}]$　を積分する。

速度 $v_x(t) = \int a_x(t)\mathrm{d}t = \int 0.0\ \mathrm{d}t = A_x$

$v_y(t) = \int a_y(t)\mathrm{d}t = \int 2.0\ \mathrm{d}t = 2t + A_y$ ・・・（ア）

初期条件は$v_x(0) = 5.0\ [\mathrm{m/s}]$。（ア）より $v_x(0) = A_x$

一致するように決めると $\therefore A_x = 5.0\ [\mathrm{m/s}]$

初期条件は$v_y(0) = 0.0\ [\mathrm{m/s}]$。（ア）より $v_y(0) = A_y$

一致するように決めると $\therefore A_y = 0.0\ [\mathrm{m/s}]$

$\therefore \vec{v}(t) = (\ 5.0\ ,\ 2t\ )[\mathrm{m/s}]$

時刻$t = 2.0\ [\mathrm{s}]$での速度

$\vec{v}(2.0) = (\ 5.0\ ,\ 2 \times 2.0)[\mathrm{m/s}] = (\ 5.0\ ,\ 4.0)[\mathrm{m/s}]$

（テキスト p.31）

［1］演習1: 問題7-8

(3) $\vec{v}(t) = (\ 5.0\ ,\ 2t\ )$ [m/s]　を積分する。

位置　$x(t) = \int v_x(t)\mathrm{d}t = \int 5.0\ \mathrm{d}t = 5t + B_x$

$y(t) = \int v_y(t)\mathrm{d}t = \int 2t\ \mathrm{d}t = t^2 + B_y$　･･･（イ）

初期条件は　$x(0) = 0.0$ [m] 。（イ）より $x(0) = B_x$

一致するように決めると　$\therefore B_x = 0.0$ [m]

初期条件は　$y(0) = 0.0$ [m] 。（イ）より $y(0) = B_y$

一致するように決めると　$\therefore B_y = 0.0$ [m]

$\therefore \vec{r}(t) = (\ 5t\ ,\ t^2\ )$[m]

時刻$t = 2.0$ [s]での位置

$\vec{r}(2.0) = (\ 5 \times 2.0,\ 2.0^2)$[m] $= (\ 10\ , 4.0\ )$[m]

第2回授業　レポート課題

テキストの第1～2章，第4～8章，第17章，第18章，第20章，第23章の問題演習から，力学1の範囲の問題を4問選んで解け。1つの章から選ぶ問題は1問とする。復習が必要だと思う箇所から選ぶのが望ましい。

注意：テキストの解答は略解であり，答案として必要な部分が省略されている場合がある。説明文や適切な図を加えて，答案を作成することを心がけよ。答案作成力も見る。

答案作成の注意：完成度の高いレポート答案は，期末テストを採点・成績評価する際に，参考にする（部分点をプラスαする）場合がある。
レポートは，たとえ間違えてもよいので，まじめに取り組むことを評価する。

提出〆切：答案用紙を，授業今週の金曜日（13：00）までに提出

提出場所：D0308（原科）研究室前のレポート提出用の木箱

注意事項：自分の答案をノートに記入するか，コピーをとって，次の授業に持ってくる。

・レポート解答用紙

・次週の授業プリント

（これに今週のレポート課題も記してある。）

を必ず持って帰ること