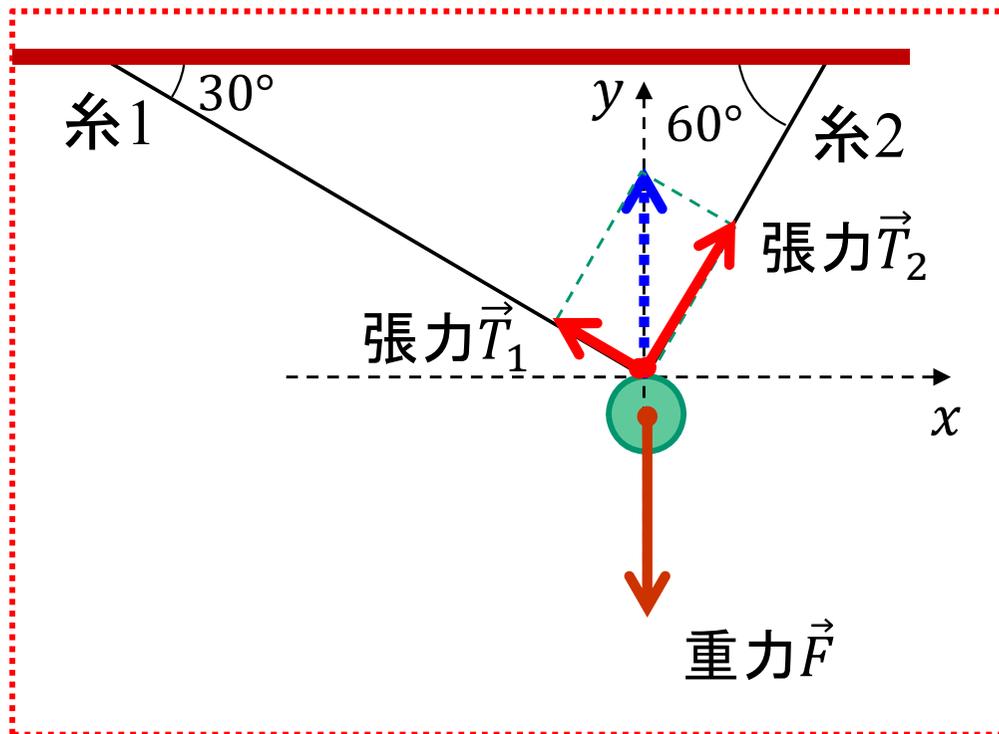


問題 2-7(3)：テキストの図を少し大きめに描き写してから、授業の項目(7)の手順に従って解いていくこと。作図は定規などを使い丁寧に。また、必要な計算も、説明を加えながら、適切に（他人が見て分かるようなレイアウトも考えて）まとめよ。

ヒント：2つの張力の合力を描く。合力を2本の糸の方向に分解する作図をする。2つの張力をそれぞれ水平方向と鉛直方向に分解する。水平方向、鉛直方向それぞれに力のつり合い式を立てる。

図・説明・計算

作図を丁寧に：  $-\vec{F}$  を描く  $\Rightarrow$  糸の2方向に分解



$$T_{1x} = -T_1 \cos 30^\circ$$
$$T_{1y} = T_1 \sin 30^\circ$$
$$(-T_1 \cos 30^\circ, T_1 \sin 30^\circ)$$

$$T_{2x} = T_2 \cos 60^\circ$$
$$T_{2y} = T_2 \sin 60^\circ$$
$$(T_2 \cos 60^\circ, T_2 \sin 60^\circ)$$

重力

$$(0, -2) \text{ N}$$

## 授業予定(変更されたシラバス)

- ①力の合成・分解の実験的理解
- ②ベクトルの基礎事項と力
- ③基本的な力:有効重力, バネの力, 摩擦力 (小)
- ④力の合成・分解, 力のつり合い (小)
- ⑤ベクトルと力の総合演習 (小)
- ⑥微分の基礎事項と速度・加速度の定義
- ⑦積分の基礎事項と位置・速度・加速度の関係 (小)
- ⑧微分積分と位置・速度・加速度の総合演習 (+確認試験1)
- ⑨平面運動の位置・速度・加速度とベクトル・微分積分
- ⑩力学の3つの基本法則1 :導入 (小)
- ⑪力学の3つの基本法則2 :問題演習 (小)
- ⑫放物運動1 :運動方程式を解く (小)
- ⑬放物運動2:問題演習1 (小)
- ⑭力学の3つの基本法則・放物運動の総合演習 (+確認試験2)
- ⑮まとめ
- ⑯期末試験

休講 10月31日(木) 本日のレポートの×切は通常通り

補講 11月2日(土)1時限目@D0311講義室

## 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。
- 4) 力学の3つの基本法則を説明できる。
- 5) 放物運動の運動方程式を解き, その運動を説明できる。

## 第5回目 ベクトルと力の総合演習

### 今日の授業の目的

前回までの授業で、力をベクトルとして正しく扱う基礎事項がそろった。そこで、今回の授業の目的は、これまでの授業内容を定着させるための問題演習である。これまでの授業内容の問題について、自力で適切な答案(図・説明文・計算をレイアウトよくまとめた答案)が書けるように、解答練習を十分に行うこと。この成果は第8回に実施する第1回確認テストで見る。

(テキスト p.4)

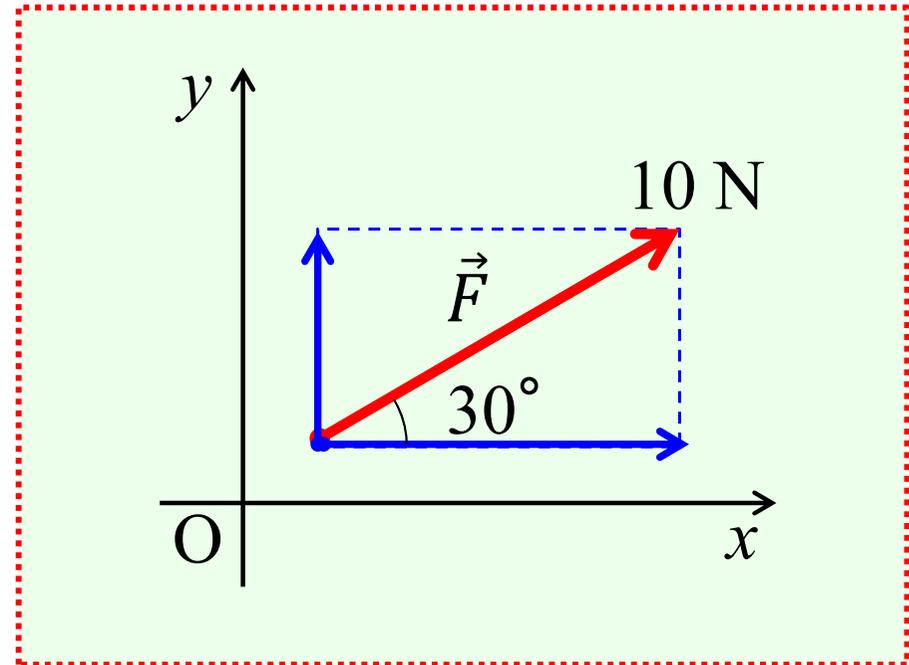
- (1) テキスト問題演習1 の問題1-3を解答する。  
2 回目の授業プリントの項目(7) に注意して考えよ。必要  
なら第17 章(三角比・三角関数)を参照せよ。

$\vec{F} = (F_x, F_y)$  を求める。

x成分  $F_x = \dots$

y成分  $F_y = \dots$

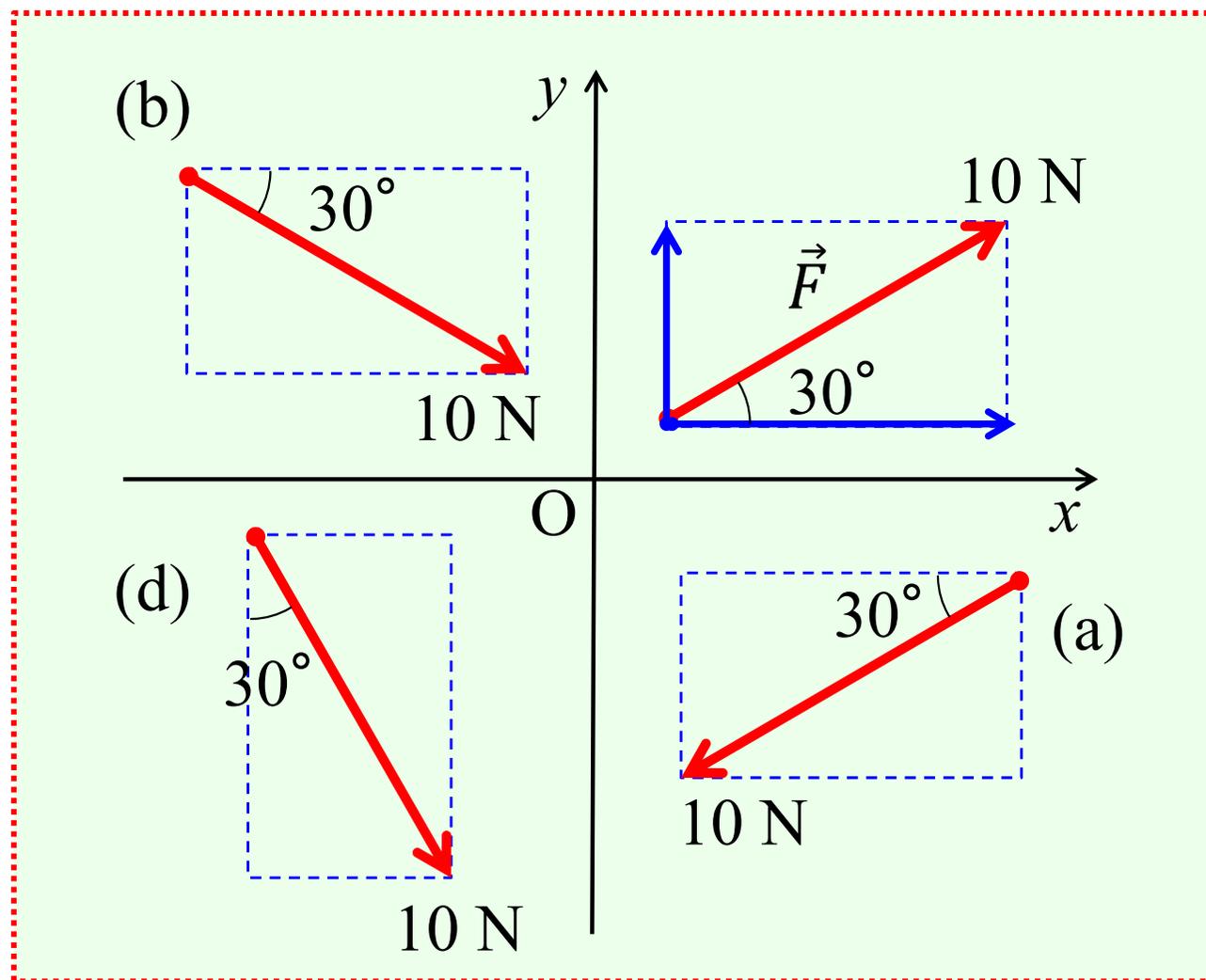
$\vec{F} = \dots$



**成分**

(1) テキスト問題演習1 の問題1-3を解答する。(テキスト p.4)

時間があれば



(テキスト p.4)

◇ テキスト問題演習1 の問題1-3を解答する。

$\vec{F} = (F_x, F_y)$  を求める。

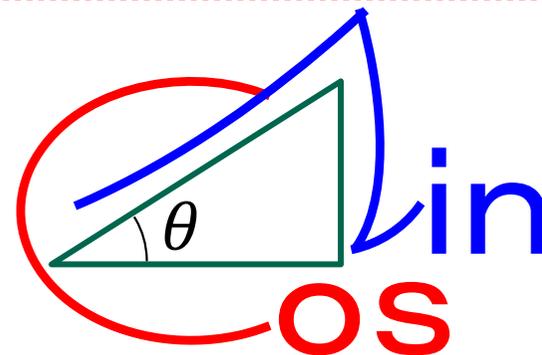
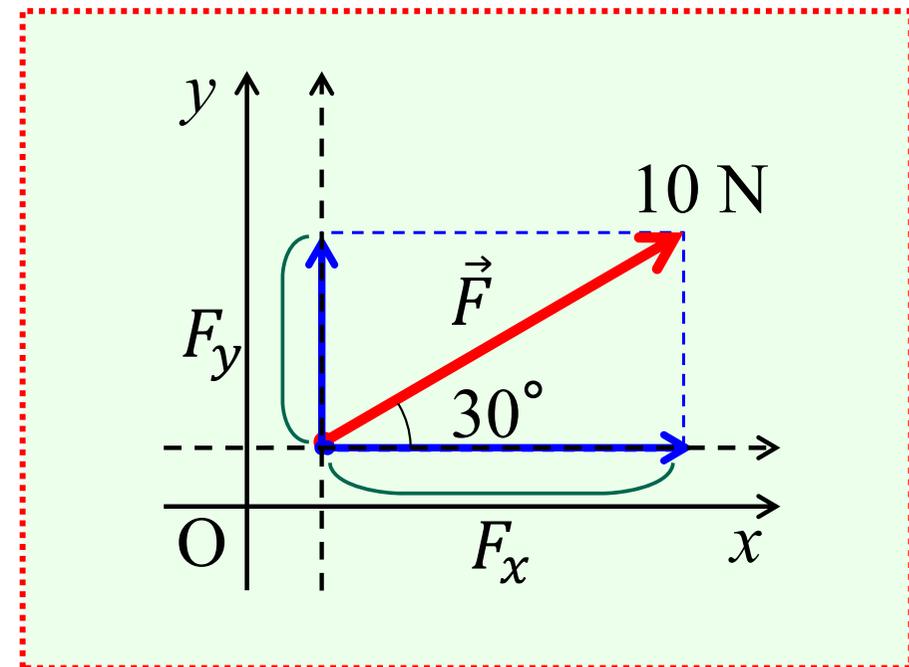
x成分

$$\begin{aligned} F_x &= F \cos \theta \\ &= 10[\text{N}] \times \cos 30^\circ \\ &= 10[\text{N}] \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3}[\text{N}] \end{aligned}$$

y成分

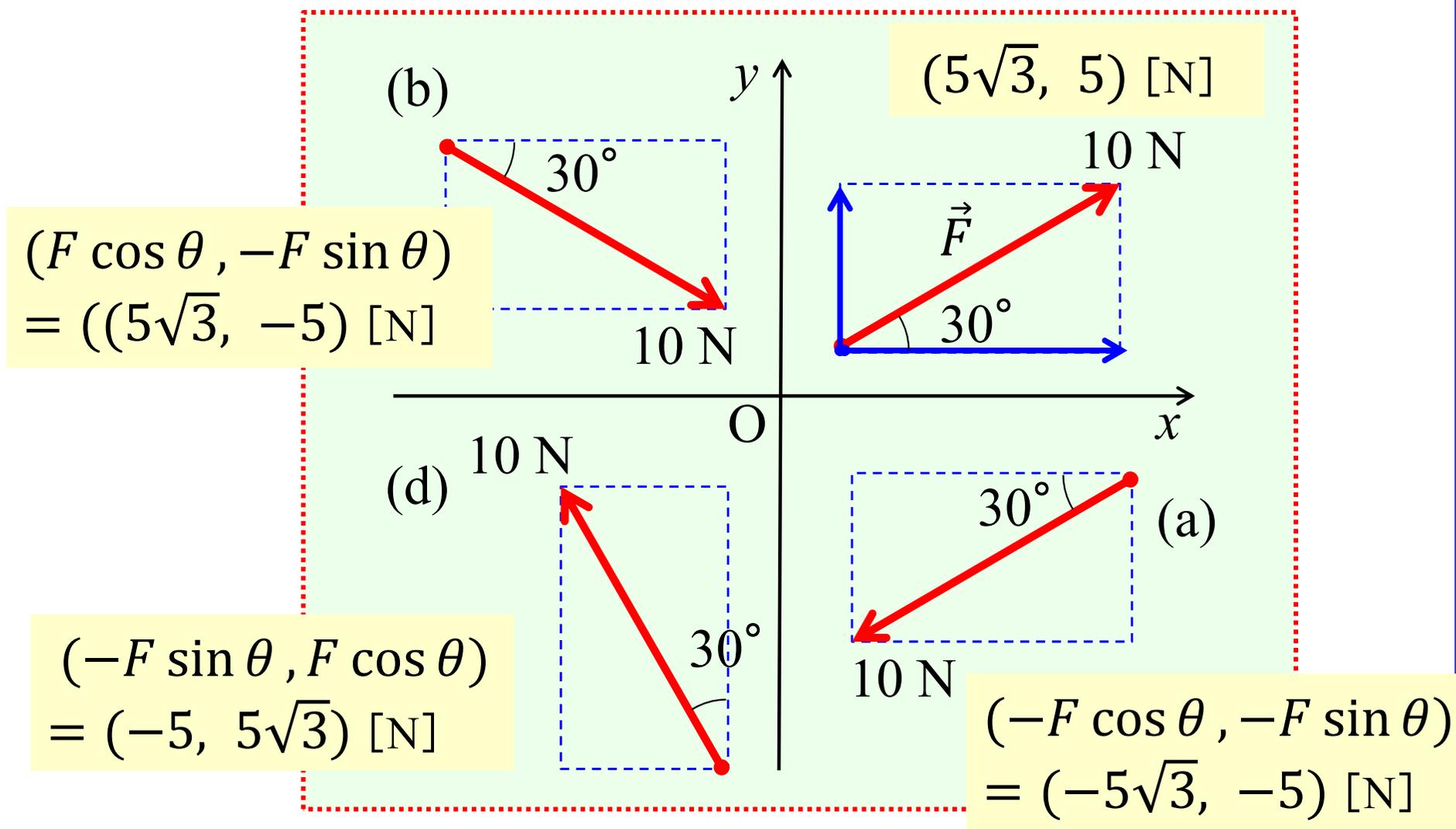
$$\begin{aligned} F_y &= F \sin \theta \\ &= 10[\text{N}] \times \sin 30^\circ \\ &= 10[\text{N}] \times \frac{1}{2} = 5[\text{N}] \end{aligned}$$

$$\vec{F} = (5\sqrt{3}, 5) [\text{N}]$$



(1) テキスト問題演習1 の問題1-3を解答する。(テキスト p.4)

時間があれば



(テキスト p.4)

(2) 問題演習1から問題1-6 (1)(2)に取り組む。

$$\vec{F}_1 = (2.0, 1.0) \text{ [N]}, \quad \vec{F}_2 = (0.0, 1.0) \text{ [N]}, \quad \vec{F}_3 = (-1.0, -3.0) \text{ [N]}$$

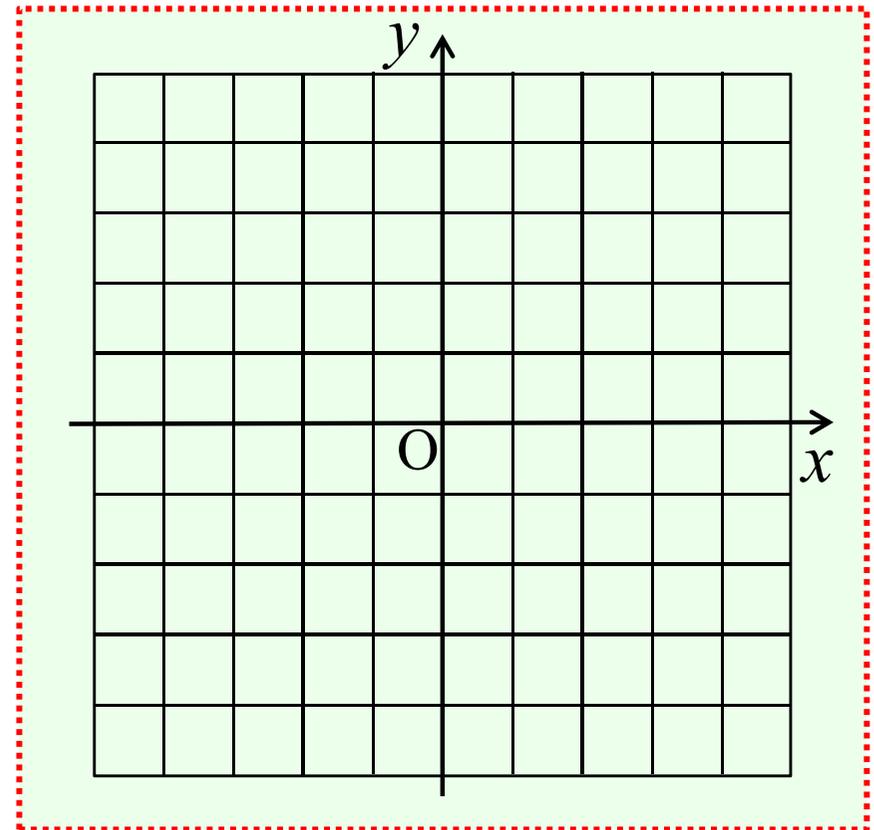
(1) 3つの力を図示せよ。

(2) 合力  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$  を  
図示せよ。

追加問題:

- 力  $\vec{F}_1$  の作用点の座標を(2, 3)
- 力  $\vec{F}_2$  の作用点の座標を(4, -4)
- 力  $\vec{F}_3$  の作用点の座標を(-3, 1)

通分



(テキスト p.4)

◇ 問題演習1から問題1-6 (1)(2)に取り組む。

$$\vec{F}_1 = (2.0, 1.0) \text{ [N]},$$

$$\vec{F}_2 = (0.0, 1.0) \text{ [N]},$$

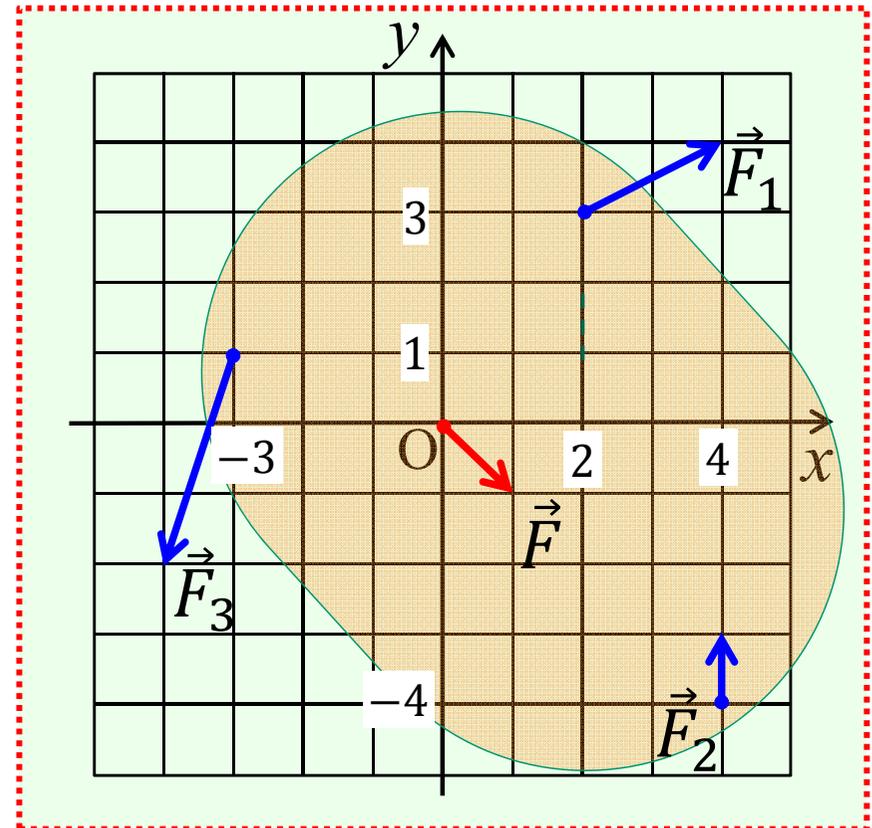
$$\vec{F}_3 = (-1.0, -3.0) \text{ [N]}$$

追加問題:

○力  $\vec{F}_1$  の作用点の座標を(2, 3)

○力  $\vec{F}_2$  の作用点の座標を(4, -4)

○力  $\vec{F}_3$  の作用点の座標を(-3, 1)



(テキスト p.4)

◇ 問題演習1から問題1-6 (1)(2)に取り組む。

$$\vec{F}_1 = (2.0, 1.0) [\text{N}],$$

$$\vec{F}_2 = (0.0, 1.0) [\text{N}],$$

$$\vec{F}_3 = (-1.0, -3.0) [\text{N}]$$

(1) 3つの力を図示せよ。

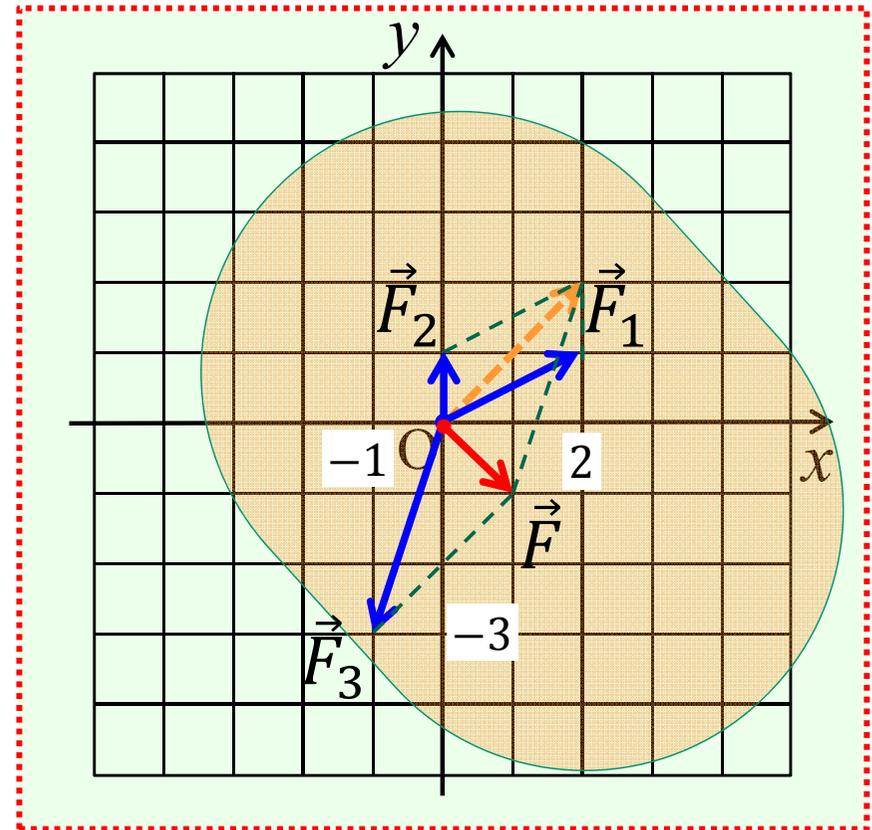
(2) 合力  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$  を図示せよ。

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

$$= (2, 1)[\text{N}] + (0, 1)[\text{N}] + (-1, -3)[\text{N}]$$

$$= (2 + 0 + (-1), 1 + 1 + (-3)) [\text{N}]$$

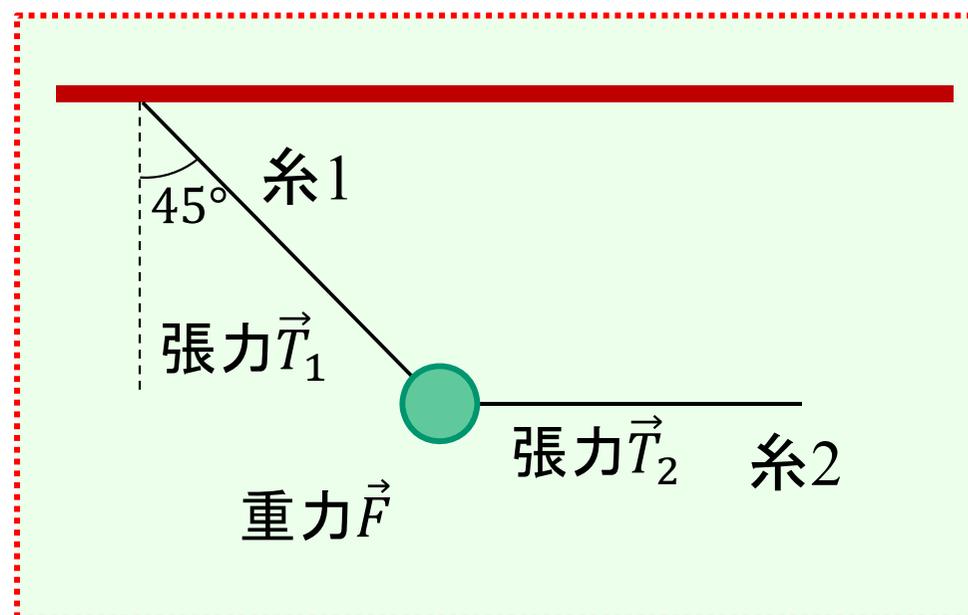
$$= (1, -1)[\text{N}]$$



(テキスト p.9)

(3) テキスト第2章の問題演習2から、問題2-7 の問(1) :  
前回プリント項目(7)の手順に沿って解答せよ。

まず、手順1~5  
張力 $\vec{T}_1$ ,  $\vec{T}_2$ を作図するところ  
まで



通分

◇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。

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

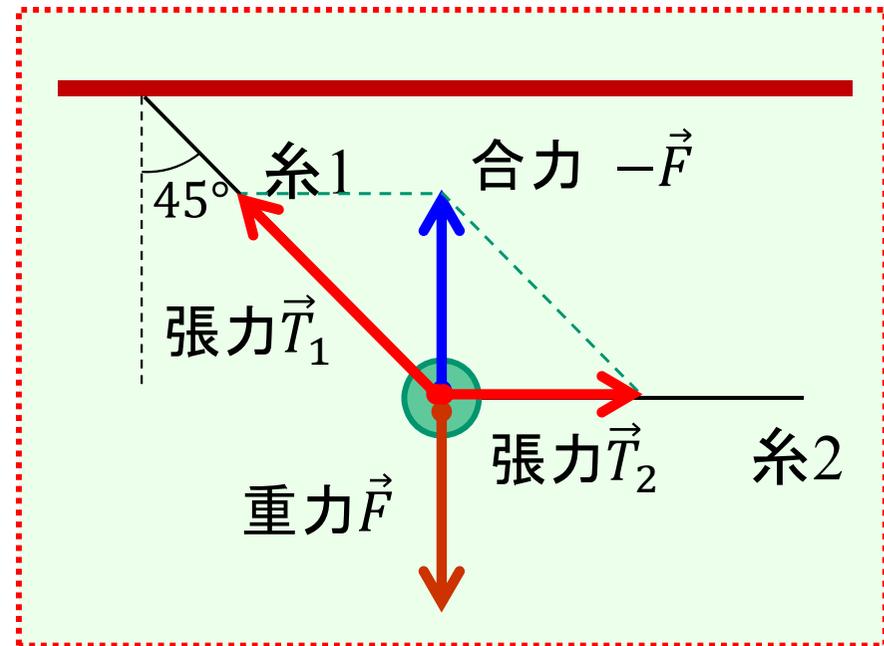
手順2: **式変形**し, 合力( $\vec{T}_1 + \vec{T}_2$ )が, 重力の逆  $-\vec{F}$  になることを理解する。

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

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。



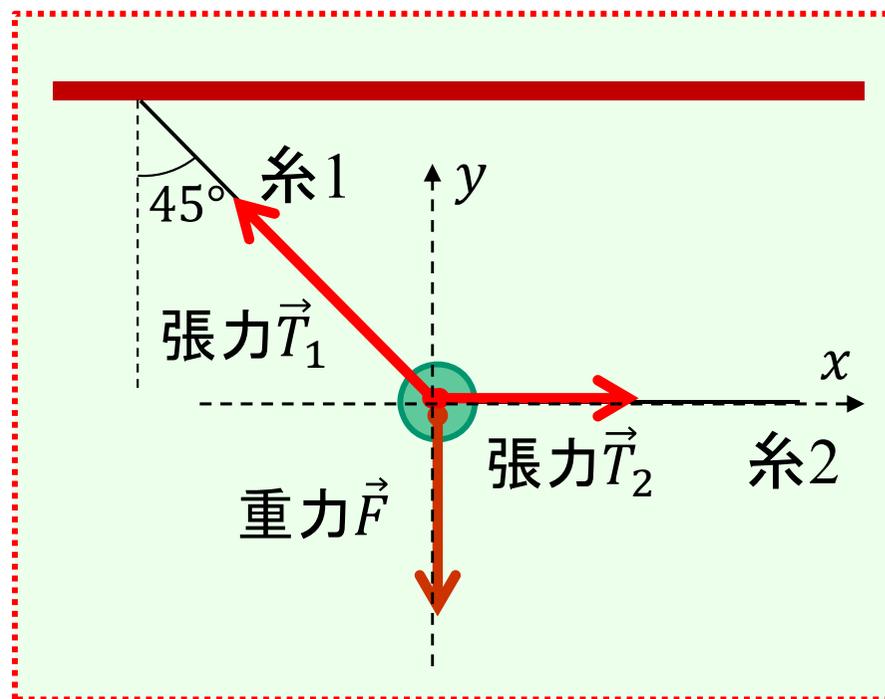
(テキスト p.9)

(3) テキスト第2章の問題演習2から, 問題2-7 の問(1):  
前回プリント項目(7)の手順に沿って解答せよ。

手順6~7

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。

通分



◇問題演習2から, 問題2-7の間(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。

$$\vec{F} = (F_x, F_y) = (0, -F) = (0, -2) \text{ [N]},$$

$$\vec{T}_1 = (T_{1x}, T_{1y}) = (-T_1 \cos 45^\circ, T_1 \sin 45^\circ) = (-(\sqrt{2}/2)T_1, (\sqrt{2}/2)T_1),$$

$$\vec{T}_2 = (T_{2x}, T_{2y}) = (T_2, 0)$$

手順7: 力のつり合いの式:

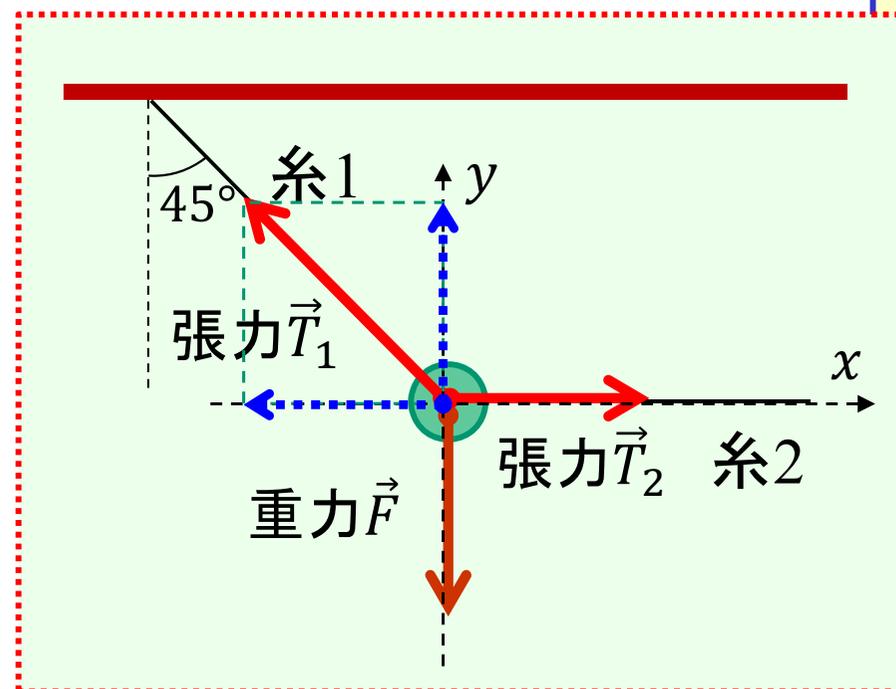
$$\left\{ \begin{array}{l} x \text{成分のつり合い} \\ -(\sqrt{2}/2)T_1 + T_2 = 0 \dots \textcircled{1} \\ y \text{成分のつり合い} \\ (\sqrt{2}/2)T_1 - 2 = 0 \dots \textcircled{2} \end{array} \right.$$

$$\textcircled{2} \text{より } T_1 = (2/\sqrt{2}) \times 2 = 2\sqrt{2} \text{ [N]}$$

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

$$T_2 = 2 \text{ [N]}$$

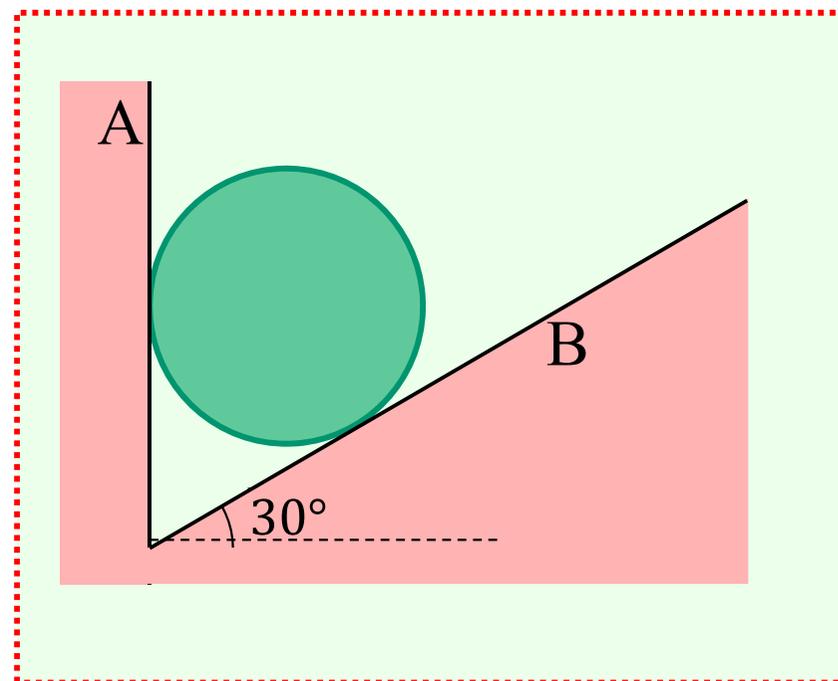
$$\therefore T_1 = 2\sqrt{2} \text{ [N]}, T_2 = 2 \text{ [N]}$$



(テキスト p.10)

(4) テキスト第2章の問題演習2から、問題2-8：  
前回プリント項目(7)の手順に沿って解答せよ。

まず、手順1~5  
垂直抗力 $\vec{N}_A$ ,  $\vec{N}_B$ を作図する  
ところまで



通分

◇問題演習2から, 問題2-8

(テキスト p.10)

手順1: 力のつり合いを表す**ベクトルの式**を書く。

$$\vec{W} + \vec{N}_A + \vec{N}_B = \vec{0}$$

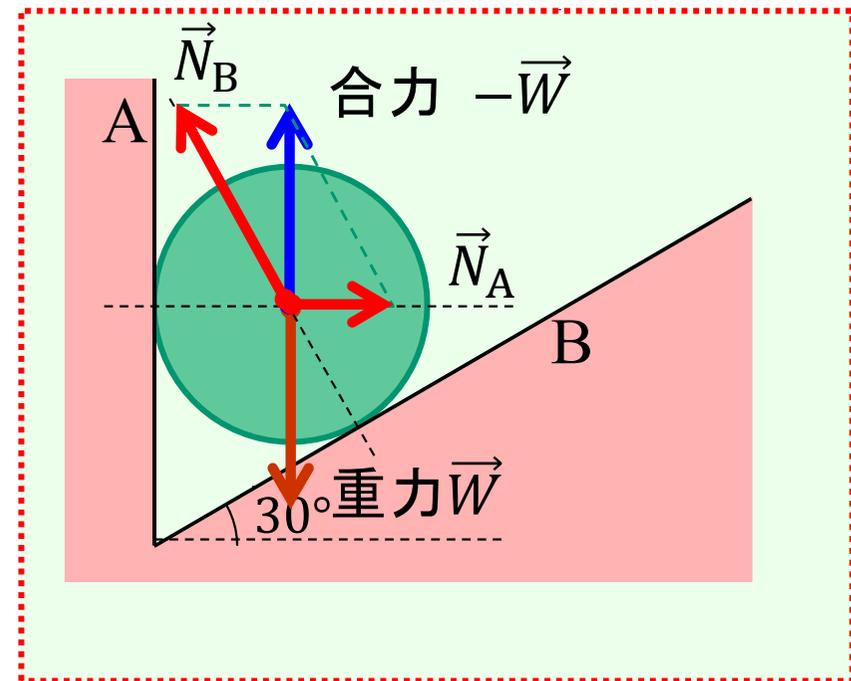
手順2: **式変形**し, 合力( $\vec{N}_A + \vec{N}_B$ )が, 重力の逆  $-\vec{W}$  になることを理解する。

$$\vec{N}_A + \vec{N}_B = -\vec{W}$$

手順3: 2つの面からの垂直抗力の合力  
(重力の逆の力)  $-\vec{W}$  を  
**作図**する。

手順4: 垂直抗力の合力  $-\vec{W}$  を2つの  
面の垂直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  
**垂直抗力**  $\vec{N}_A$ ,  $\vec{N}_B$  を表すベクトル  
が分かる。



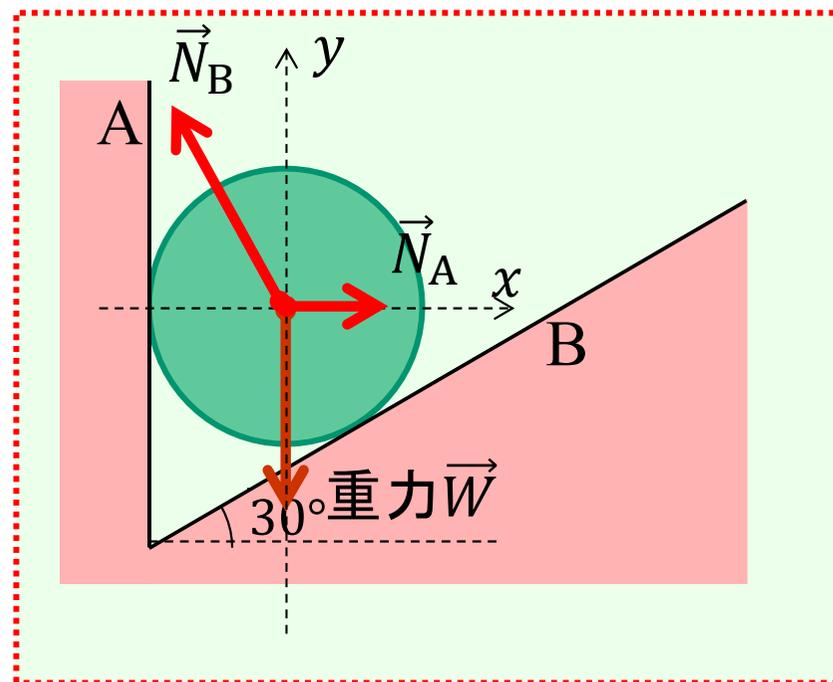
(テキスト p.10)

(4) テキスト第2章の問題演習2から, 問題2-8 :  
前回プリント項目(7)の手順に沿って解答せよ。

手順6~7

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。

通分



◇問題演習2から, 問題2-8

(テキスト p.10)

手順6: 水平右方向を $x$ 軸, 鉛直上方向を $y$ 軸とする。

$$\vec{W} = (W_x, W_y) = (0, -W), \quad \vec{N}_A = (N_{Ax}, N_{Ay}) = (N_A, 0),$$

$$\vec{N}_B = (N_{Bx}, T_{By}) = (-N_B \sin 30^\circ, N_B \cos 30^\circ) = (-(1/2)N_B, (\sqrt{3}/2)N_B)$$

手順7: 力のつり合いの式:

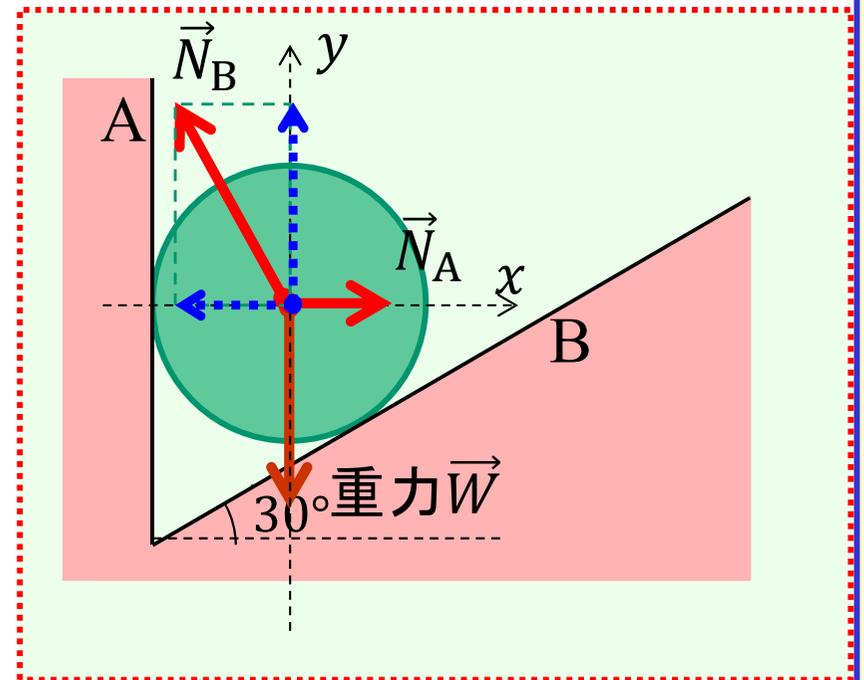
$$\left\{ \begin{array}{l} x \text{成分のつり合い} \\ N_A - (1/2)N_B = 0 \cdots \textcircled{1} \\ y \text{成分のつり合い} \\ (\sqrt{3}/2)N_B - W = 0 \cdots \textcircled{2} \end{array} \right.$$

②より  $N_B = (2/\sqrt{3})W = (2\sqrt{3}/3)W$

①へ代入して  $N_A - (1/2)(2\sqrt{3}/3)W = 0$

$$N_A = (\sqrt{3}/3)W$$

$\therefore$ (1)  $N_A = (\sqrt{3}/3)W$  [N], (2)  $N_B = (2\sqrt{3}/3)W$  [N]

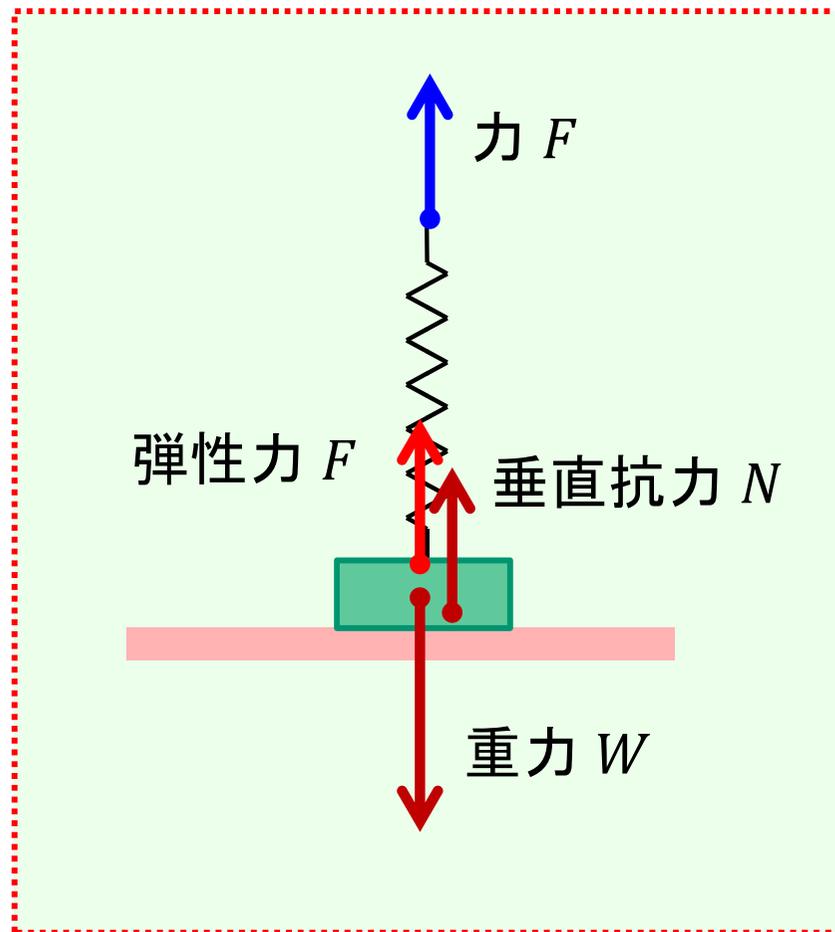


(テキスト p.10)

(5) テキスト第2章の問題演習2から, 問題2-10 : 適切に解答せよ。

- (1) 弾性力の大きさ  $F$
- (2) 垂直抗力の大きさ  $N$
- (3) 物体が机から離れるときのばねの長さ  $L'$

通分



(テキスト p.10)

(5) テキスト第2章の問題演習2から, 問題2-10 : 適切に解答せよ。

(1) 弾性力の大きさ  $F$

$$F = k(L - L_0) = \dots$$

(2) 垂直抗力の大きさ  $N$

鉛直方向の力のつり合いより

$$F + N - W = 0$$

$$\therefore N = W - F = \dots$$

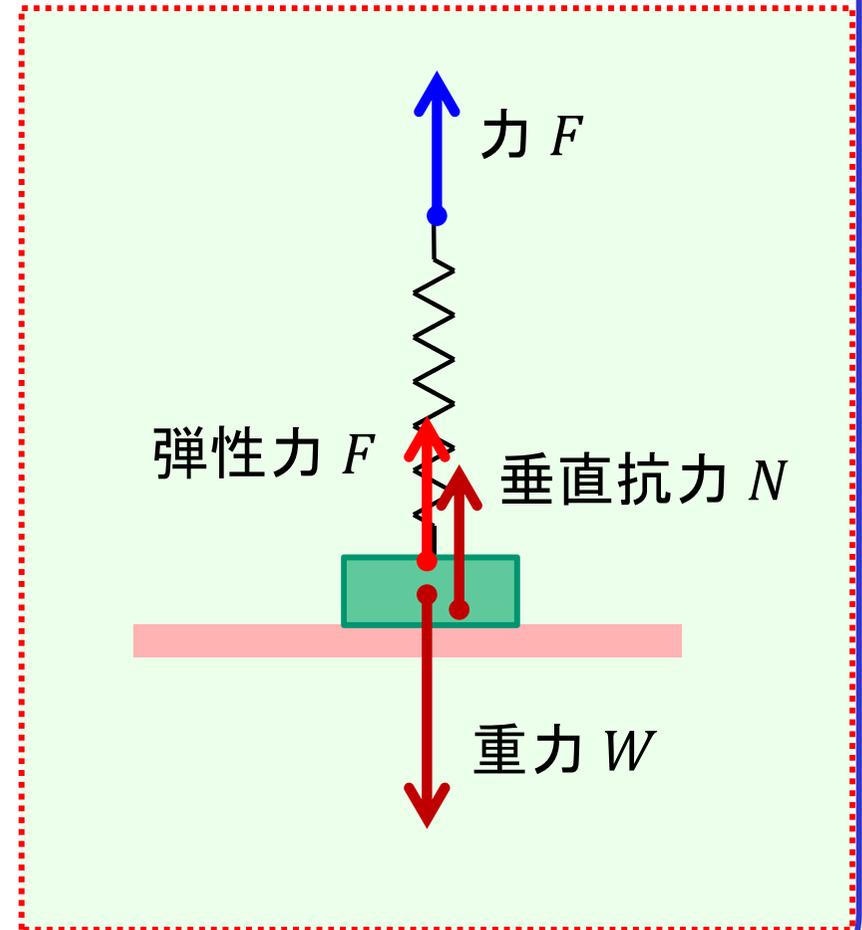
(3) 物体が机から離れるときの  
ばねの長さ  $L'$

机から離れるとき  $N = 0$  になる。

$$F' - W = 0 \quad \therefore F' = W$$

$$k(L' - L_0) = W$$

$$L' = L_0 + \frac{W}{k} = \dots$$



## 第5回授業 レポート課題

次回からの授業で前提となる基礎知識を確認する課題である。

テキスト第17章の問題演習17から、問題17-3, 17-5, 17-7を解答せよ。

**基礎セミナテキスト**p.63(理科)練習問題3-3を解答せよ。直線のグラフの略図も描くこと。

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。計算式だけでなく、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

---

提出×切:答案用紙を、次週の水曜日(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
  - ・次回の授業プリント  
(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

休講 10月31日(木) 本日のレポートの×切は通常通り  
補講 11月2日(土)1時限目@D0311講義室