基 礎 物 理 学

担当　小野正利
onomasat@hoku-iryo-u.ac.jp

第2回 （2）

教科書
（1）「基礎物理学」
（2）http://www.hoku-iryo-u.ac.jp/~onomasat/
（3）http://cms.hoku-iryo-u.ac.jp/~moodle/

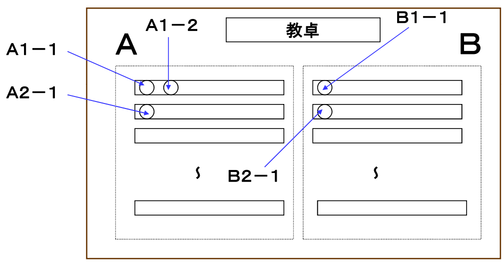
携帯出欠システム （MoCo）

QR コード

URL
http://milkyway.hoku-iryo-u.ac.jp/moco/

http://milkyway.hoku-iryo-u.ac.jp/moco/teacher.html

1. 座席の確認
A2－1　→　セクター：A、縦：2、横：1
B1－2　→　セクター：B、縦：1、横：2



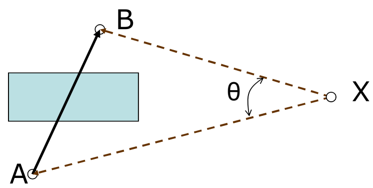
2. 鍵 ： 出欠確認時に指定する番号を入れます。

今日の鍵

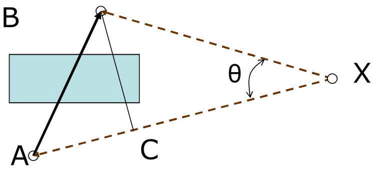
501

訂正

5. A地点とB地点の間に建物があって
A地点からB地点を直接見ることができない。A地点とB地点の直線距離を求めるためにはどのようにすると良いか。



訂正

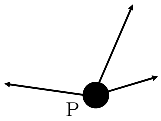


$$
\begin{aligned}
\overline{AB}^2 &= \overline{AC}^2 + \overline{BC}^2 \\
&= \left(\overline{AX} - \overline{BX}\cos\theta\right)^2 + \left(\overline{BX}\sin\theta\right)^2 \\
&= \overline{AX}^2 + \overline{BX}^2 - 2\overline{AX}\cdot\overline{BX}\cos\theta
\end{aligned}
$$

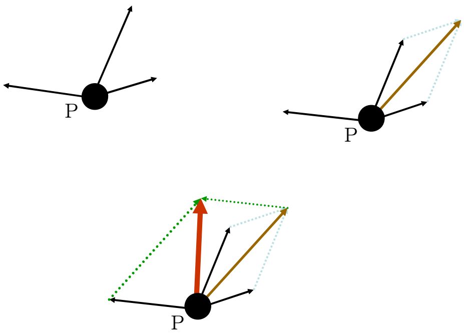
$$\overline{AB} = \sqrt{\overline{AX}^2 + \overline{BX}^2 - 2\cdot\overline{AX}\cdot\overline{BX}\cos\theta}$$

再確認

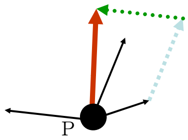
3. Pという物体に図のように3つの力が働いている。これらの力の合力を図示せよ。



再確認



再確認



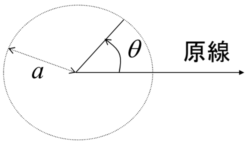
◎ 物体の運動 （教科書4頁から）

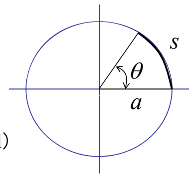
1. 速度
   速度はベクトル　　$\boldsymbol{v}$

   速さはスカラー　　$v \equiv |\boldsymbol{v}|$

2. 加速度
   加速度はベクトル　　$\boldsymbol{a}$

3. 角度と角速度



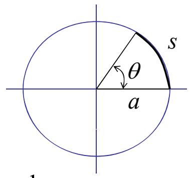


角度　$\theta \equiv \dfrac{s}{a}$　ラジアン（rad）

角速度　$\omega = \dfrac{v}{a}$

v　は円周上の速さ

例題　次の角度の換算をしなさい。ラジアン（rad）は　度　へ換算し、度は　ラジアンに換算しなさい。



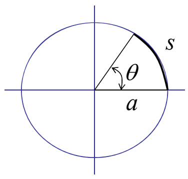
（1）　$\pi\ \mathrm{rad} \cong 3.14\ \mathrm{rad} \ \rightarrow\ 180^\circ$

（2）　$234^\circ \ \rightarrow\ \dfrac{234^\circ}{180^\circ} \times \pi\ \mathrm{rad}$
$= 1.30 \times \pi\ \mathrm{rad} \cong 4.08\ \mathrm{rad}$

（3）　$2.23\ \mathrm{rad} \ \rightarrow\ \dfrac{2.23\ \mathrm{rad}}{3.14\ \mathrm{rad}} \times 180^\circ \cong 128^\circ$

（4）　角度が 1 秒間に 2.3 rad 変化する時の角速度 ω＝2.3 rad/s 。

（5）　2 秒間に 6.2 rad 変化する時の角速度 ω＝3.1 rad/s 。



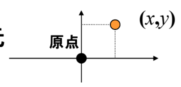
（6）　ある物体が半径 $a = 2$ m の円周上を 3 m/s の速さで移動している。円の中心にいる人が見る物体の方向変化 （1秒当たりの角度変化：角速度）は ω＝ (3 m/s)/2 m ＝ 1.5 rad/s

4. 座標と座標系

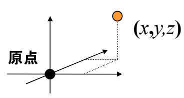
原点
座標軸

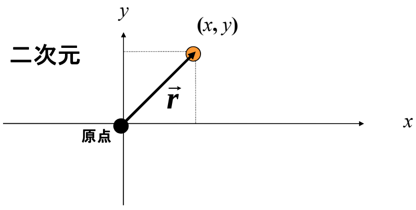
一次元

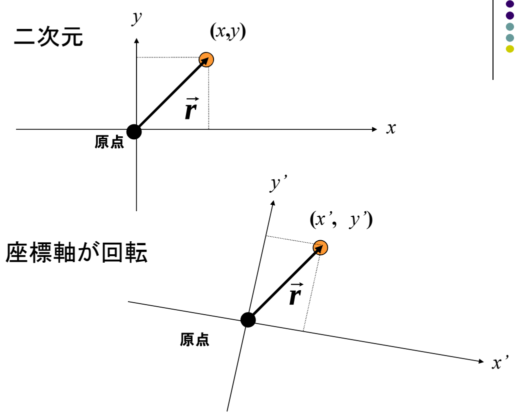
二次元



三次元







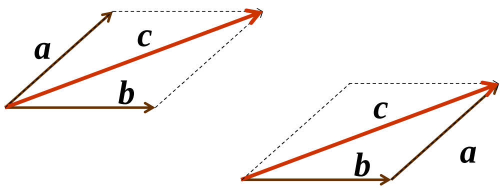
5. ベクトル

スカラー（質量，　温度，　など）

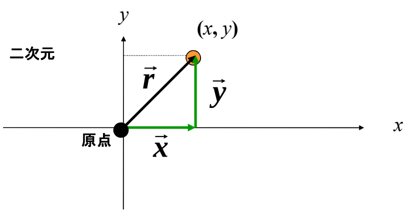
ベクトル（速度，　力，　変位，　など）

ベクトルの和：　平行四辺形の規則

$$\boldsymbol{c} = \boldsymbol{a} + \boldsymbol{b}$$

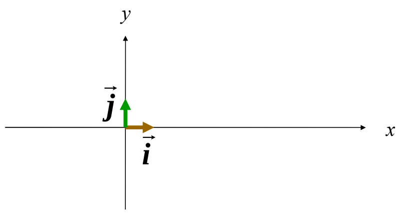


$$\vec{r} = \vec{x} + \vec{y}$$



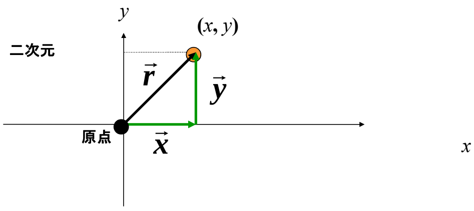
$\vec{i} \rightarrow$ x 軸方向の単位ベクトル

$\vec{j} \rightarrow$ y 軸方向の単位ベクトル



$$\vec{x} = x \cdot \vec{i} \qquad \vec{y} = y \cdot \vec{j}$$

二次元



$$\vec{r} = \vec{x} + \vec{y} = x \cdot \vec{i} + y \cdot \vec{j}$$

基礎物理学　問題　第2回　　　（教科書 6～7頁） 例題1

1. 平面上に指定する点を原点 O とする直交座標系を考える。
x 軸, y 軸　は直交している。 x　軸方向の単位の長さのベクトル（単位ベクトル）を i,　y 軸方向の単位の長さのベクトル（単位ベクトル）を　j　で表す。
i の成分を （1, 0） と書くと,　j の成分は （0, 1） となる。
次のベクトルの成分と大きさを求めよ。

（1）$3i$　＝　（　３ ，０ ）、大きさ　３

（2）$4j$　＝　（　０ ，４　）、大きさ　４

（3）$3i+4j$　＝　（　３ ，４ ）、大きさ　５

（4）$-3i+4j$　＝　（ －３ ，４ ）、大きさ　５

基礎物理学　問題　第2回　　　（教科書 7頁） 例題2

2. 空間内に, 指定する点を原点 O とする直交座標系を考える。
x 軸, y 軸, z 軸　は　直交している。 x軸方向の単位の長さのベクトル（単位ベクトル）を i,　y 軸方向の単位の長さのベクトル（単位ベクトル）を j,
z 軸方向の単位の長さのベクトル（単位ベクトル）を k で表す。
i の成分は（1, 0, 0）,　j の成分は（0, 1, 0）,　k の成分は（0, 0, 1）と書くことができる。
次のベクトルの成分と大きさを求めよ。

（1）$3i$　＝　（　３ ，０ ，０ ）、大きさ　３

（2）$4j$　＝　（　０ ，４ ，０ ）、大きさ　４

（3）$5k$　＝　（　０ ，０ ，５ ）、大きさ　５

（4）$3i+4j+5k$　＝　（　３ ，４ ，５ ）、大きさ　$\sqrt{50} \cong 7.071$

＜問題２＞

1.　$\boldsymbol{a} = 3\boldsymbol{i} + 7\boldsymbol{j}$　,　$\boldsymbol{b} = 5\boldsymbol{i} - 3\boldsymbol{j}$
のとき次の計算をせよ。

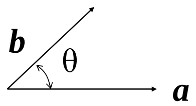
(1) $\boldsymbol{a} + \boldsymbol{b} = 8\boldsymbol{i} + 4\boldsymbol{j}$

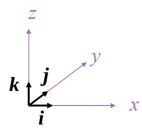
(2) $\boldsymbol{a} - \boldsymbol{b} = -2\boldsymbol{i} + 10\boldsymbol{j}$

(3) $3\boldsymbol{a} + \boldsymbol{b} = 14\boldsymbol{i} + 18\boldsymbol{j}$

スカラー積（内積）

$$\boldsymbol{a} \cdot \boldsymbol{b} = ab\cos\theta$$





単位ベクトル同士のスカラー積

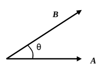
$\boldsymbol{i} \cdot \boldsymbol{i} = \boldsymbol{j} \cdot \boldsymbol{j} = \boldsymbol{k} \cdot \boldsymbol{k} = 1$

$\boldsymbol{i} \cdot \boldsymbol{j} = \boldsymbol{j} \cdot \boldsymbol{k} = \boldsymbol{k} \cdot \boldsymbol{i} = 0$

単位ベクトル　→　大きさが　１　のベクトル

基礎物理学　問題　第2回　　　（教科書 7頁） 例題3

3. ベクトルAとベクトルBのスカラー積は次のように定義される。
$\boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{B} = AB\cos\theta$, ここで,　θ　は　A　と　B　の間の角度である。
次のベクトルのスカラー積を求めよ。
なお, スカラー積はスカラーである。



（1）$i \cdot i$　＝ 1
（2）$j \cdot j$　＝ １
（3）$k \cdot k$　＝ １
（4）$i \cdot j$　＝ ０
（5）$j \cdot k$　＝ ０
（6）$k \cdot i$　＝ ０

（7）（$3i+4j$）・ $3i$　＝ ９

（8）（$3i+4j+5k$）・（$3i+4j$）＝　２５

＜問題2＞

1. $\boldsymbol{a} = 3\boldsymbol{i} + 7\boldsymbol{j}$, $\boldsymbol{b} = 5\boldsymbol{i} - 3\boldsymbol{j}$

のとき次の計算をせよ。

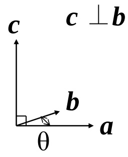
(4) $\boldsymbol{a} \cdot \boldsymbol{b} = 15 - 21 = -6$

ベクトル積（外積）

（教科書 6～7頁）
例題2

$\boldsymbol{c} \perp \boldsymbol{a}$
$\boldsymbol{c} \perp \boldsymbol{b}$

$\boldsymbol{c} = \boldsymbol{a} \times \boldsymbol{b}$



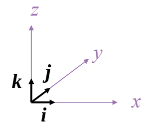
$\boldsymbol{c}$ の大きさを c で表す，

$c = ab\sin\theta$

単位ベクトル同士のベクトル積

$\boldsymbol{i} \times \boldsymbol{i} = \boldsymbol{j} \times \boldsymbol{j} = \boldsymbol{k} \times \boldsymbol{k} = \boldsymbol{0}$

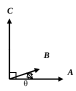
$\boldsymbol{i} \times \boldsymbol{j} = \boldsymbol{k},\ \ \boldsymbol{j} \times \boldsymbol{k} = \boldsymbol{i},\ \ \boldsymbol{k} \times \boldsymbol{i} = \boldsymbol{j}$



単位ベクトル → 大きさが 1 のベクトル

基礎物理学 問題 第2回　　（教科書 7頁） 例題4

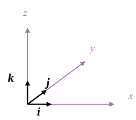
4. ベクトルAとベクトル B のベクトル積 C は次のように定義されるベクトルである。
$C = A \times B$ ，$|C| = AB\sin\theta$ 。 ここで， θ は A と B の間の角度であり，
C の方向は A と B を含む面に垂直，かつA から B へ右ねじを回転するときにねじが進む向きである。次のベクトルのベクトル積を求めよ。



(1) $i \times i = 0$
(2) $j \times j = 0$
(3) $k \times k = 0$
(4) $i \times j = k$
(5) $j \times k = i$
(6) $k \times i = j$

(7) $(3i+4j) \times 3i = -12k$

(8) $(3i+4j+5k) \times (3i+4j) = 15j-20i$



＜問題2＞

1. $\boldsymbol{a} = 3\boldsymbol{i} + 7\boldsymbol{j}$, $\boldsymbol{b} = 5\boldsymbol{i} - 3\boldsymbol{j}$

のとき次の計算をせよ。

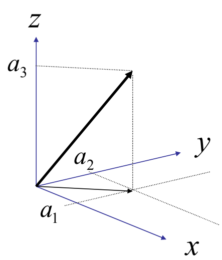
(5) $\boldsymbol{a} \times \boldsymbol{b} = (3\boldsymbol{i} + 7\boldsymbol{j}) \times (5\boldsymbol{i} - 3\boldsymbol{j}) = -44\boldsymbol{k}$

＜問題2＞

2. ベクトル

$\boldsymbol{A} = (a_1, a_2, a_3)$

の大きさを成分で表せ。

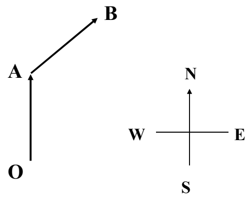


$$|\boldsymbol{A}| = \sqrt{\boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{A}} = \sqrt{(a_1)^2 + (a_2)^2 + (a_3)^2}$$

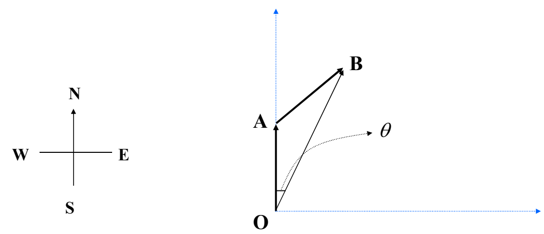
$$= \sqrt{a_1^{\,2} + a_2^{\,2} + a_3^{\,2}}$$

＜問題2＞

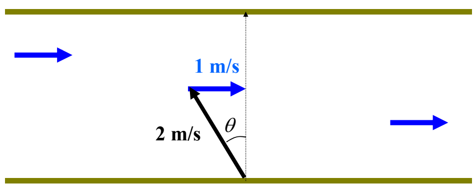
3. 飛行機が O 点上空から真北に 100km 飛んで A 点上空に達し，そこで進路を北東に転じてさらに 100km 飛んで B 点上空に達した。OB 間の距離と ∠AOB を求めよ。



$$\overrightarrow{OB} = \overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB} = 100\boldsymbol{j} + \left(100\cos 45^\circ \boldsymbol{i} + 100\sin 45^\circ \boldsymbol{j}\right)$$
$$= (0,100) + (100\cos 45^\circ, 100\sin 45^\circ)$$
$$\left|OB\right| = \sqrt{\left(100\cos 45^\circ\right)^2 + \left(100 + 100\sin 45^\circ\right)^2}$$
$$\cos\theta = \frac{\overrightarrow{OA}\cdot\overrightarrow{OB}}{\left|OA\right|\cdot\left|OB\right|} = \frac{\left(100\boldsymbol{j}\right)\cdot\left(100\boldsymbol{j} + \left(100\cos 45^\circ \boldsymbol{i} + 100\sin 45^\circ \boldsymbol{j}\right)\right)}{\left|OA\right|\cdot\left|OB\right|}$$



4. 流速が毎秒 1 m の川を，秒速 2 m の船でわたる。川と直角に横断するには，船のへさきをどの方向に向けて漕ぐべきか。



$\sin\theta = \frac{1}{2}$ $\quad\therefore\ \theta = 30^\circ$