第８回レポート課題略解

問１(1) 計算：

$$u(x) = 2x + \frac{\pi}{6}$$ と置く。

$$\frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}x} = \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}x}\frac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}u} = \cdots = \bigcirc$$

$$\frac{\mathrm{d}^2 f}{\mathrm{d}x^2} = \frac{\mathrm{d}u}{\mathrm{d}x}\frac{\mathrm{d}\bigcirc}{\mathrm{d}u} = \cdots$$

答　1 階微分： $\dfrac{\mathrm{d}f}{\mathrm{d}x} = 6\cos\left(2x + \dfrac{\pi}{6}\right)$

2 階微分： $\dfrac{\mathrm{d}^2 f}{\mathrm{d}x^2} = -12\sin\left(2x + \dfrac{\pi}{6}\right)$

(2) 計算：

$$\theta(t) = 3t - \frac{2\pi}{3}$$ と置く。

$$\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\theta} = \cdots = \nabla$$

$$\frac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}t^2} = \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\frac{\mathrm{d}\nabla}{\mathrm{d}\theta} = \cdots$$

答　1 階微分： $\dfrac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} = -15\sin\left(3t - \dfrac{2\pi}{3}\right)$

2 階微分： $\dfrac{\mathrm{d}^2 x}{\mathrm{d}t^2} = -45\cos\left(3t - \dfrac{2\pi}{3}\right)$

問２（初めに）まず右の余白に，問題設定から分かること（初期条件の位置$x(0)$と速度$v(0)$，振幅の位置の予測など）を図に描く。その後，右の図　を参考にしながら問題に取り組む。

図は教科書や授業プリントを参照
初期条件$x(0) = \cdots$ [m] ,$v(0) = \cdots$ [m/s]
もプリントに記載されている。

(a) 説明・計算：

$k = 10$ [N/m]

ばねの弾性力の法則より，

答： $F(t) = -10x(t)$ [N]

(b) 説明・計算： 力が分かったので，運動方程式から加速度が求められる。

$$F(t) = ma(t) \quad \Rightarrow \quad a(t) = \frac{1}{m}F(t) = -\frac{10}{5}x(t)$$

答：$F(t) =$ $-10x(t)$ [N]

(b) 説明・計算：力が分かったので，運動方程式から加速度が求められる。

$$F(t) = ma(t) \quad \Rightarrow \quad a(t) = \frac{1}{m}F(t) = -\frac{10}{5}x(t)$$

$$\Rightarrow \quad a(t) = \frac{\mathrm{d}^2 x(t)}{\mathrm{d}t^2} = -2x(t)[\mathrm{m/s^2}]$$

答：$a(t) = \dfrac{\mathrm{d}^2 x(t)}{\mathrm{d}t^2} =$ $-2x(t)$ [m/s^2]

(c) 説明・計算：位相$\theta(t) = \omega t + \alpha$とおいて，$x = A\sin(\omega t + \alpha) = A\sin\theta$より，

$$\frac{\mathrm{d}x(t)}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\cdot\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\theta} = \frac{\mathrm{d}(\omega t + \alpha)}{\mathrm{d}t}\cdot\frac{\mathrm{d}[A\sin\theta]}{\mathrm{d}\theta} = \omega\cdot A\cos\theta = \omega A\cos(\omega t + \alpha) = v(t)$$

$$\frac{\mathrm{d}^2 x(t)}{\mathrm{d}t^2} = \frac{\mathrm{d}v(t)}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\cdot\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}\theta} = \frac{\mathrm{d}(\omega t + \alpha)}{\mathrm{d}t}\cdot\frac{\mathrm{d}[\omega A\cos\theta]}{\mathrm{d}\theta} = \omega\cdot\omega A(-\sin\theta) = -\omega^2 A\sin(\omega t + \alpha)$$
$$= -\omega^2 x(t)$$

$$\therefore \frac{\mathrm{d}^2\{A\sin(\omega t + \alpha)\}}{\mathrm{d}t^2} = -\omega^2 A\sin(\omega t + \alpha) \quad \text{すなわち} \quad \frac{\mathrm{d}^2 x(t)}{\mathrm{d}t^2} = -\omega^2 x(t)$$

(d) d-1) 説明・計算（問(c)の三角関数の 2 階微分の重要な性質を使って求める）：

問(c)より，$x(t) = A\sin(\omega t + \alpha)$ のとき$\dfrac{\mathrm{d}^2 x(t)}{\mathrm{d}t^2} = -\omega^2 x(t)$である。

これと問(b)の答えを比較すると，$x(t) = A\sin(\omega t + \alpha)$ で $\omega^2 = 2$（$\Rightarrow \omega = \sqrt{2}$）とすれば，$x(t)$が求まる。

よって，$x(t) = A\sin(\sqrt{2}t + \alpha)$ [m]

答：$x(t) = A\sin([\ \sqrt{2}\ ]t + \alpha)$

d-2) **説明・計算：** 位置 $x(t)$ を微分すれば速度 $v(t)$ である。(c)を導く過程の計算を用いて，

$$v(t)=\frac{dx(t)}{dt}=\frac{d\{A\sin(\sqrt{2}t+\alpha)\}}{dt}=\sqrt{2}A\cos(\sqrt{2}t+\alpha)\quad[\mathrm{m/s}]$$

答： $v(t)=$

(e) e-1) **説明・計算：** c-1),c-2)に $t=0$ を代入した結果と，初期条件と比較する。

d-1)より，$x(0)=A\sin(\sqrt{2}\times 0+\alpha)=A\sin\alpha$

d-2)より，$v(0)=\sqrt{2}A\cos(\sqrt{2}\times 0+\alpha)=\sqrt{2}A\cos\alpha$

初期条件　$x(0)=0$ [m] より，$A\sin\alpha=0$

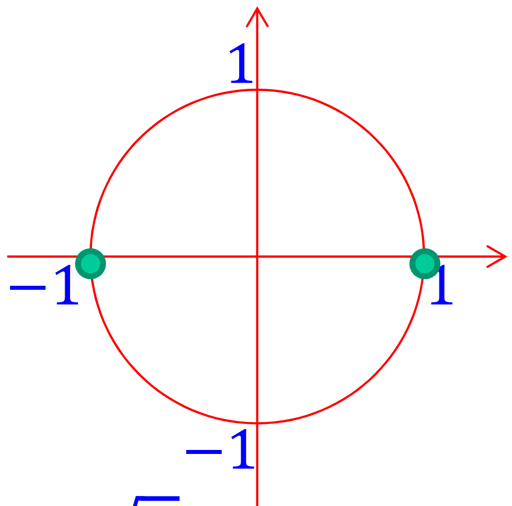
$v(0)=8$ [m/s]より，$\sqrt{2}A\cos\alpha=8$

$\Rightarrow\ A\cos\alpha=4\sqrt{2}$

答：
$A\sin\alpha=$ ([0]・・・①
$A\cos\alpha=$ ([$8/\sqrt{2}$（$=4\sqrt{2}$）]・・・②

e-2) **図・説明・計算：**（前回学んだ三角関数の定義で示したような半径 1 の円周上の点を適切に作図して，その図を使って三角関数を考えること。）

$A\neq 0$ と①より $\sin\alpha=0$ 。
単位円周上で縦軸の座標がsinの値。
$0\leqq\alpha<2\pi$ の範囲で解となるのは，
$\alpha=0$[rad] または $\alpha=\pi$[rad]である。どちらを選んでも等価な解なので，$\alpha=0$を選ぶと，
$A\cos 0=4\sqrt{2}\Rightarrow A=4\sqrt{2}$ [m]
（$\alpha=\pi$[rad]，$A=-4\sqrt{2}$ [m] でもよい。）

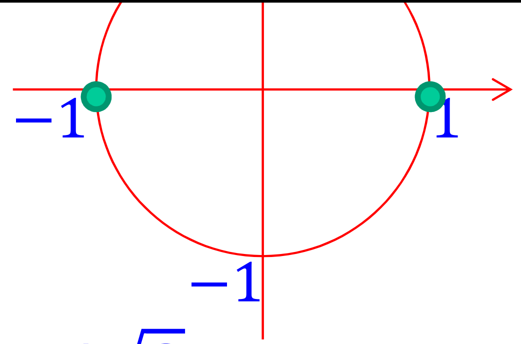


答：$\alpha=$ 0 [rad]

答：$A=$ $4\sqrt{2}$ [m]

e-3) (1) 答：$x(t)=$ $4\sqrt{2}\sin(\sqrt{2}t)$ [m]

$0 \leqq \alpha < 2\pi$の範囲で解となるのは，
$\alpha = 0$[rad] または $\alpha = \pi$[rad]である。どちらを
選んでも等価な解なので，$\alpha = 0$を選ぶと，
$A\cos 0 = 4\sqrt{2} \Rightarrow A = 4\sqrt{2}$ [m]
（$\alpha = \pi$[rad]，$A = -4\sqrt{2}$ [m] でもよい。）



答：$\alpha =$ 0 [rad]

答：$A =$ $4\sqrt{2}$ [m]

e-3) (1) 答：$x(t) = 4\sqrt{2}\sin(\sqrt{2}t)$ [m]

(f) 説明・計算：

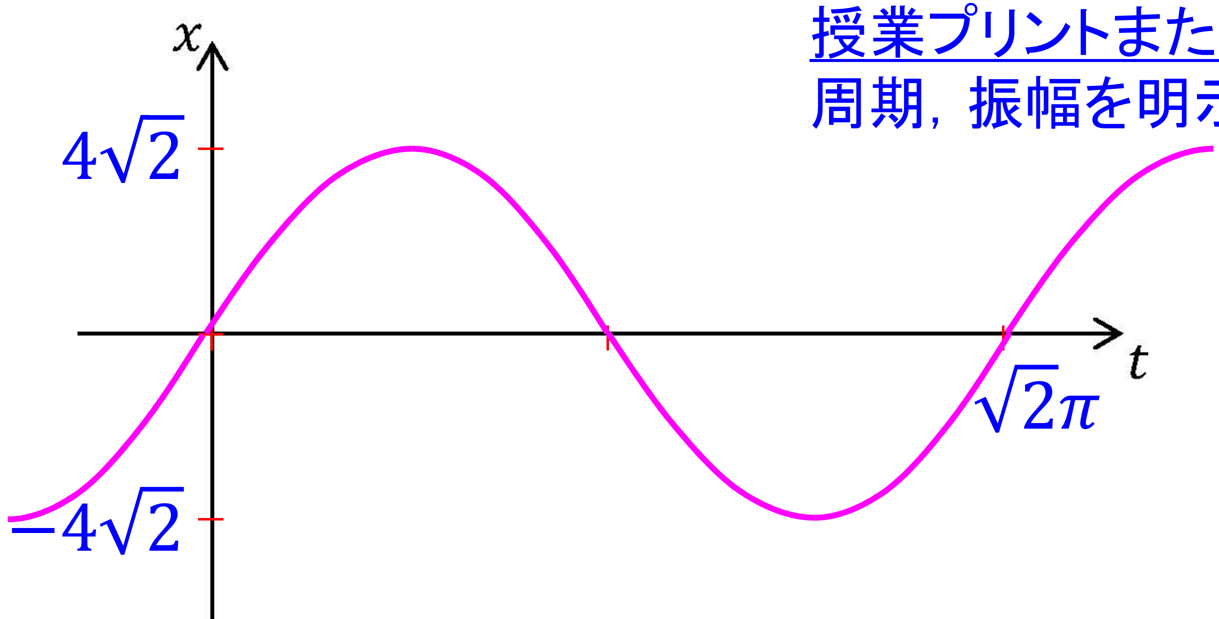
$x(t)$の位相 $\theta = \sqrt{2}t$から，角振動数$\omega = \sqrt{2}$ [rad/s] と読み取れる。

よって，$T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \sqrt{2}\pi$ [s]

答：$T = \dfrac{2\pi}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}\pi$ [s]

(g) 下図に描け。目盛りは自分で付けよ。必要な計算があれば，余白にまとめよ。

授業プリントまたはスライドを参照
周期，振幅を明示して sin型のグラフを描く



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エネルギーの総合演習　（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。

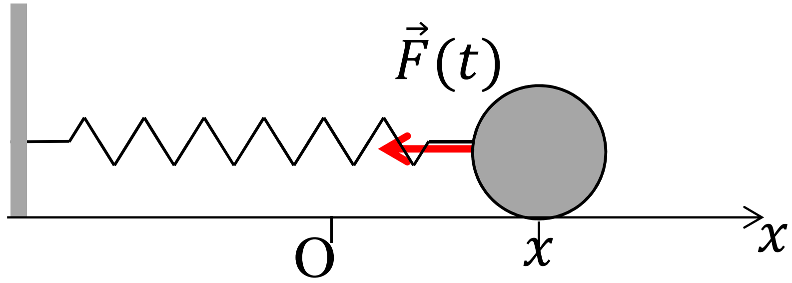
4）円運動と，慣性力としての遠心力を説明できる。

5）力のモーメントの定義を説明できる。

（テキスト第10章p.43,第6章p.25 ）

(5) 演習2:

$$x(t) = 2\cos(3\pi t + 0.2\pi)\ [\mathrm{m}]$$



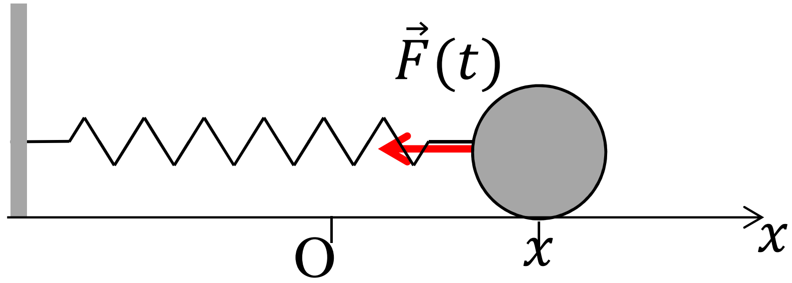
この単振動の，位相$\theta(t)$，振幅$|A|$，角振動数ω，振動数 f，周期 Tを求めよ。

さらに時間があれば，この単振動の速度$v(t)$と加速度$a(t)$を求めよ。

（テキスト第10章p.43,第6章p.25 ）

(5) 演習2:

$x(t) = 2\cos(3\pi t + 0.2\pi)$ [m]



位相 $\theta(t) =$ $3\pi t + 0.2\pi$ [rad],

振幅 $|A| =$ $|2|$ [m] $= 2$ [m],

角振動数 $\omega =$ 3π [rad/s],

周期は ()の中が 2π 変化する条件 $\omega T = 2\pi$ から,

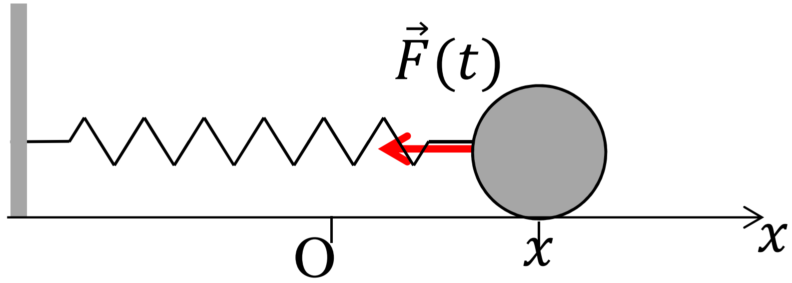
周期 $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \dfrac{2\pi}{3\pi[\mathrm{rad/s}]} = \dfrac{2}{3}$ [s] $= 0.67$ [s]

振動数 $f = \dfrac{1}{T} = \dfrac{\omega}{2\pi} = \dfrac{3\pi[\mathrm{rad/s}]}{2\pi} = 1.5$ [1/s] $= 1.5$ [Hz],

速度$v(t)$と加速度$a(t)$については省略。

（テキスト第10章p.43,第6章p.25 ）

(6) 演習3:



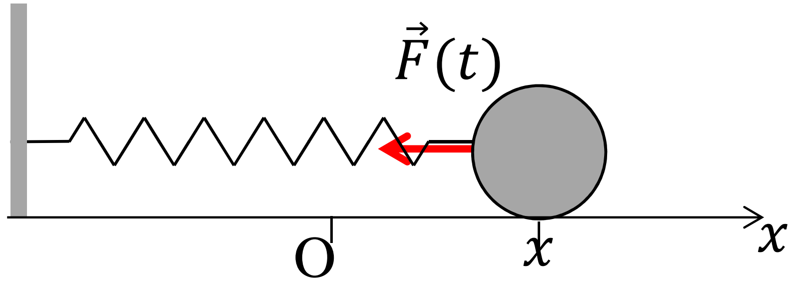
$x(t) = 3\cos(4t)$

この単振動のx-tグラフを描け。（振幅と周期が分かると描きやすい。）

（テキスト第10章p.43,第6章p.25 ）

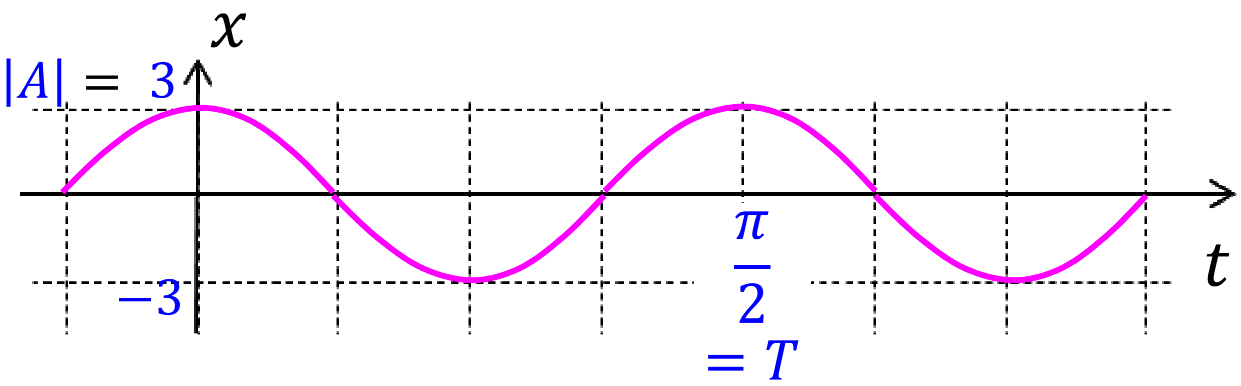
(6) 演習3:

$$x(t) = 3\cos(4t)$$



振幅 $|A| = |3|\ [\mathrm{m}] = 3\ [\mathrm{m}]$,

周期 $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \dfrac{2\pi}{4} = \dfrac{\pi}{2}\,[\mathrm{s}]$



第9回目　単振動3（問題演習）

今日の授業の目的

前回，ニュートン力学で実際の運動を理解する具体例として単振動を扱った。今回の授業の目的は，前回の授業の内容を定着させるための問題演習である

（テキスト p.45）

(1)演習1 : 問題演習10　問題10-1

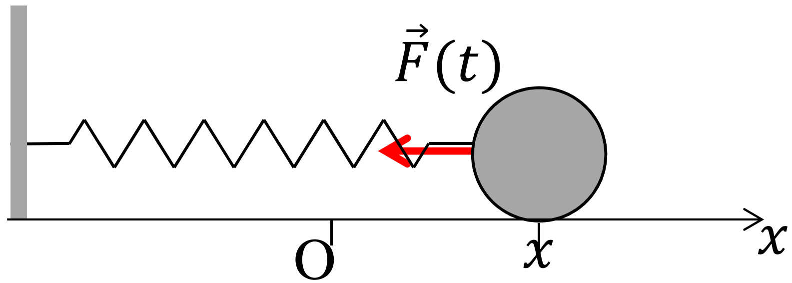
まず，ばね定数k，物体の質量m，単振動の角振動数ω，単振動の周期Tの間の関係式を整理すること。

(1) ばね定数と振動の周期の関係　k 大→ T 大or小？
(2) 物体の質量と振動の周期の関係　m 大→ T 大or小？
(3) ばね定数と振動の周期の関係　k 2倍→ T 何倍？
(4) ばね定数と物体の質量から周期を計算
(5) ばね定数と物体の質量から振動数を計算
(6) 質量と周期からばね定数を計算

分

(1)問題演習10　問題10-1

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}\ \ [\mathrm{rads}]$$



$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$ または $$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega}$$

の関係に基づいて（1）～（6）に答える。

(2)演習2：問題演習10　問題10-3

（テキスト p.45）

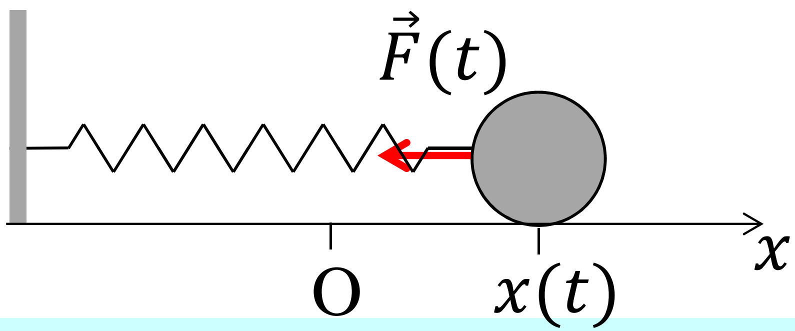
質量0.050 kg，ばね定数50 N/m
つり合いの位置から 0.10　m引っ張って（静かに）手を放す。

追加問題：物体から手を放した瞬間を時刻$t = 0$ [s] とする。問題文の状況から，$t = 0$ [s] における物体の位置）$x(0)$ [m]，速度（のx成分）$v_x(0)$ [m/s] を答えよ。

「力学の基本パターン」（第6章の手順）に従って，答案を前回のレポート課題（問2）の答案のように作る

次の三角関数の2階微分の性質を使ってよい。

$\dfrac{\mathrm{d}^2 x(t)}{\mathrm{d}t^2} = -\omega^2 x(t)$の解は$x(t) = A\cos(\omega t + \alpha)$ [m]と表せる。



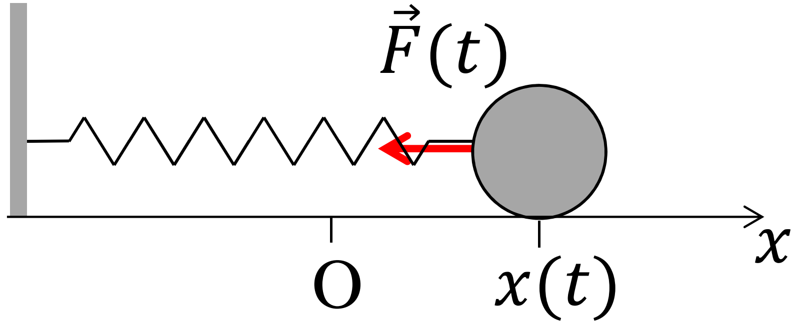
10分

（テキスト p.45）

(2)演習2：問題演習10　問題10-3

追加問題　　初期条件

$$\begin{cases} x(0) = 0.10\ [\mathrm{m}], \\ v_x(0) = 0\ [\mathrm{m/s}] \end{cases}$$



（1）

物体に働く力のx成分　$F_x(t) = -50x(t)$

$$\boxed{\frac{\mathrm{d}^2 x(t)}{\mathrm{d}t^2} = -\omega^2 x(t)}$$

運動方程式：　$ma_x(t) = F_x(t)$

加速度のx成分　$a_x(t) = \dfrac{F_x(t)}{m} = \dfrac{-50x(t)}{0.050} = -1000x(t)$

三角関数の2階微分の性質より　$x(t) = A\cos(\omega t + \alpha)$ [m]

$$a_x(t) = \frac{\mathrm{d}^2 x(t)}{\mathrm{d}t^2} = -\omega^2 A\cos(\omega t + \alpha) = -\omega^2 x(t)$$

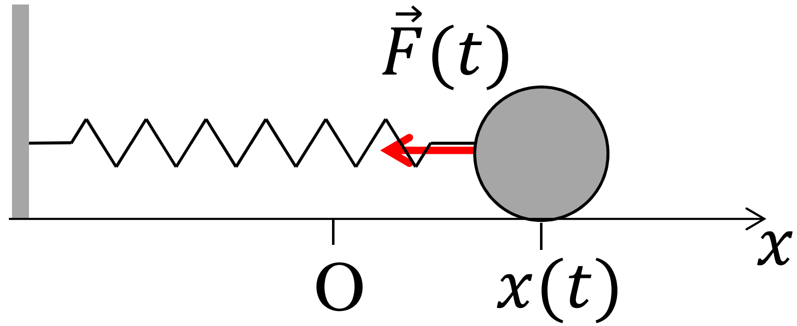
$\omega^2 = 1000$

$\omega = \sqrt{1000} = 32$[rad/s]　，$A$, α は積分定数

（テキスト p.45）

(2)演習２:問題演習10　問題10-3

初期条件から積分定数を
決めるために$v(t)$を求める



$$x(t) = A\cos(\omega t + \alpha)\ [\mathrm{m}]$$

$\theta(t) = \omega t + \alpha$　と置く。

速度のx成分　$v_x(t) = \dfrac{\mathrm{d}x(t)}{\mathrm{d}t} = \dfrac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}\cdot\dfrac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}\theta}$

$$= \frac{\mathrm{d}(\omega t + \alpha)}{\mathrm{d}t}\cdot\frac{\mathrm{d}(A\cos\theta)}{\mathrm{d}\theta}$$

$$= \omega A(-\sin\theta)$$

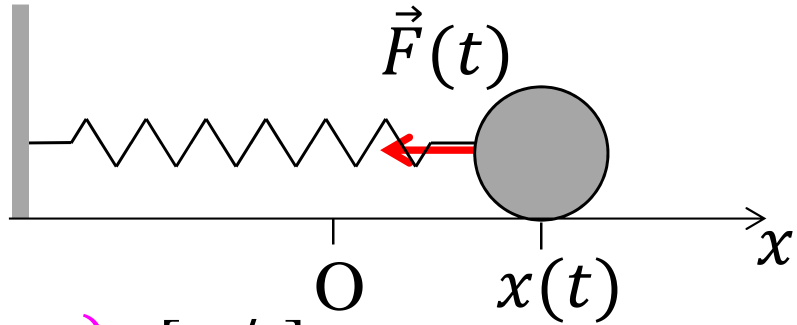
$$= -\omega A\sin(\omega t + \alpha)\ \ [\mathrm{m/s}]$$

練習のために加速度のx成分$a_x(t)$を求める計算もやろう。

(2)演習2:問題演習10　問題10-3

（テキスト p.45）

加速度のx成分$a_x(t)$を求める計算もやろう



$$v_x(t) = \frac{\mathrm{d}x(t)}{\mathrm{d}t} = -\omega A \sin(\omega t + \alpha) \quad \text{[m/s]}$$

$$\theta(t) = \omega t + \alpha$$ と置く。

加速度のx成分

$$a_x(t) = \frac{\mathrm{d}^2 x(t)}{\mathrm{d}t^2} = \frac{\mathrm{d}v_x(t)}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t} \cdot \frac{\mathrm{d}v_x}{\mathrm{d}\theta}$$

$$= \frac{\mathrm{d}(\omega t + \alpha)}{\mathrm{d}t} \cdot \frac{\mathrm{d}(-\omega A \sin\theta)}{\mathrm{d}\theta}$$

$$= \omega \cdot (-\omega A)\cos\theta$$

$$= -\omega^2 A \cos(\omega t + \alpha) \quad \text{[m/s]}$$

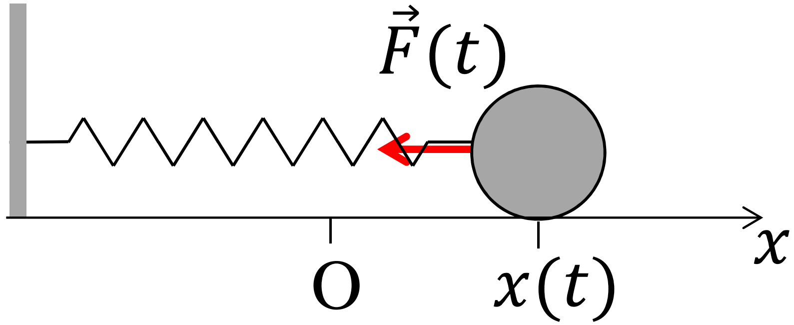
$$= -\omega^2 x(t)$$

（テキスト p.45）

(2)演習2:問題演習10　問題10-3

追加問題　　初期条件

$$\begin{cases} x(0) = 0.10\ [\mathrm{m}], \\ v_x(0) = 0\ [\mathrm{m/s}] \end{cases}$$

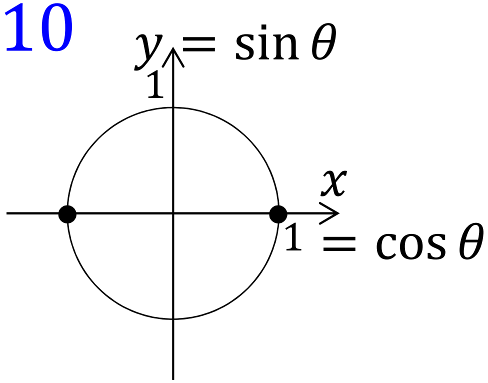


$x(t) = A\cos(\omega t + \alpha)$ [m] ・・・①

$v_x(t) = -\omega A\sin(\omega t + \alpha)$ [m/s] ・・・②

①より $x(0) = A\cos\alpha$ ⇨ $A\cos\alpha = 0.10$

②より $v_x(0) = -\omega A\sin\alpha$ ⇨ $A\sin\alpha = 0$



$A \neq 0$ なので，$\sin\alpha = 0$

単位円の作図より　$\alpha = 0$，π [rad]

$\alpha = 0$[rad]を選ぶと$A\cos 0 = 0.10 \Rightarrow A = 0.10$ [m]

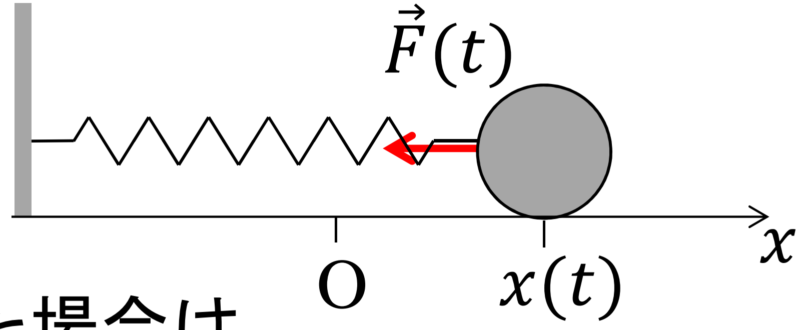
（1）答:振幅 $A = 0.10$ [m]，初期位相 $\alpha = 0$[rad]（←注意）

（テキスト p.45）

(2)演習2：問題演習10　問題10-3

（1）答：振幅 $A = 0.10$ [m],

初期位相 $\alpha = 0$[rad]



（注意）

$x(t) = A\sin(\omega t + \alpha)$ とした場合は，

初期位相は $\alpha = \pi/2$[rad]となる。⇒教科書略解

$\omega = \sqrt{1000}$[rad/s] = 32[rad/s]

$x(t) = 0.10\cos(32\,t)$ [m]

$v_x(t) = -3.2\sin(32\,t)$ [m/s]

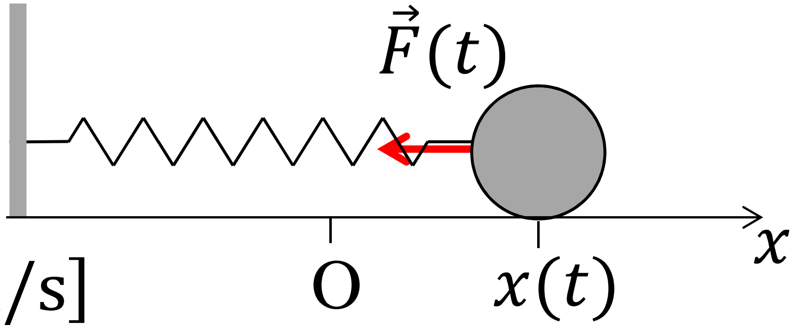
（2）$\omega = 10\sqrt{10}$[rad/s]

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10\sqrt{10}}[\mathrm{s}] = 0.20[\mathrm{s}]$$

(テキスト p.45)

(2)演習2：問題演習10　問題10-3

$A = 0.10$ [m], $\alpha = 0$[rad]



$\omega = 10\sqrt{10}$[rad/s] = 32[rad/s]

$x(t) = 0.10\cos(32\,t)$ [m]

$v_x(t) = -3.2\sin(32\,t)$ [m/s]

(3)つり合いの位置($x = 0$)では速さ($|v_x|$)が最大

$|v_x(x=0)| = |-3.2|$[m/s] = 3.2[m/s]

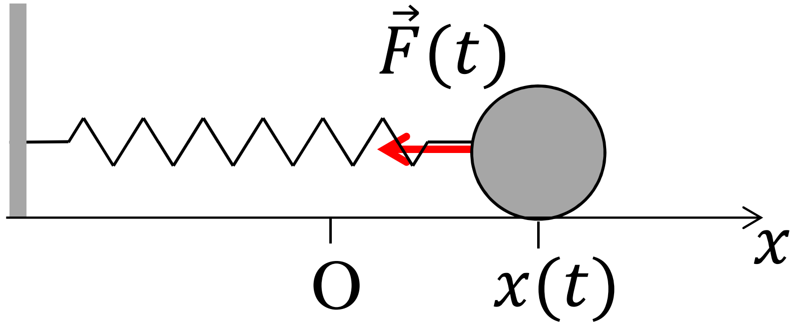
(4)つり合いの位置($x = 0$)では$F_x(t) = 0$ [N]

$ma_x = F_x(t)$ より, $a_x(x=0) = 0$[m/s^2]

(別解) $a_x(x) = -\omega^2 x$ より, $a_x(x=0) = 0$[m/s^2]

(3)演習3（単振動をエネルギーの考え方で扱う

空気抵抗と摩擦力は無視できる
質量6.0 [kg],
ばね定数2.0 [N/m]
$x_{\mathrm{i}} = 3.0$ [m], $v_{\mathrm{i}} = 2.0$ [m/s]



(a) 力学的エネルギー保存則が成立するかしないか，理由をつけて答えよ。

(b) 振動を始めた瞬間の物体の運動エネルギーK_{i}，位置エネルギーU_{i}，力学的エネルギーE_{i}を求めよ。

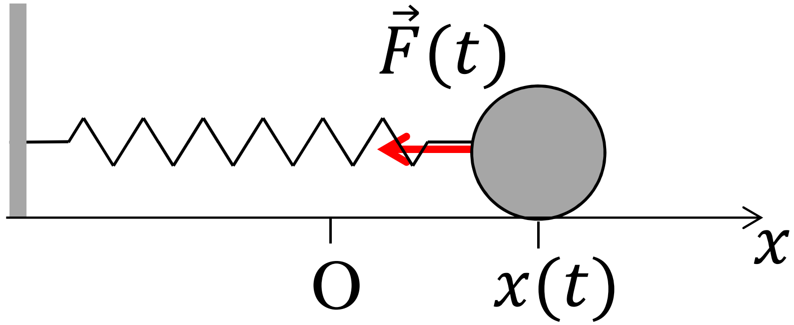
(c) 単振動の振幅をAとする。

c-1) $x = A$での物体の力学的エネルギーE_{a}を，Aを使って求めよ。

c-2) 問い(a), (b), c-1) から，Aを求めよ。

(3)演習3（単振動をエネルギーの考え方で扱う

空気抵抗と摩擦力は無視できる
質量6.0 [kg],
ばね定数2.0 [N/m]
$x_\mathrm{i} = 3.0$ [m], $v_\mathrm{i} = 2.0$ [m/s]

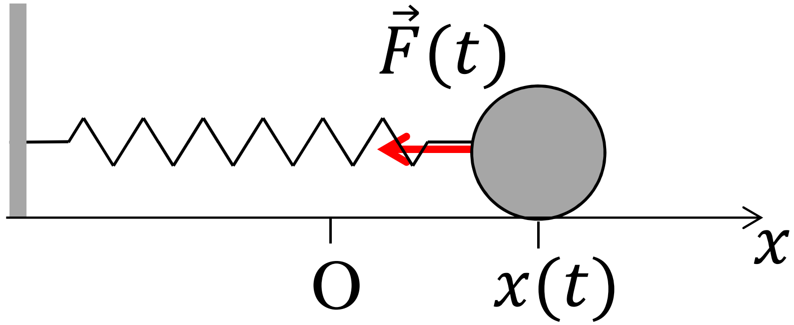


(d) 物体が原点$x = 0$を通過する瞬間の速さ（速度の大きさ）v_0を単位をつけて求めよ。

(e) 最後に，床と物体の間に摩擦力が働く状況で，上記の初期位置x_iと初速度v_iで運動を始めさせた。しばらくして，つり合いの位置（$x = 0$）で物体は止まった。物体が運動を始めてから静止するまでの間に，摩擦力が物体に与えた仕事Wと，摩擦熱などの形で物体が失ったエネルギー Q を求めよ。

(3)演習3（単振動をエネルギーの考え方で扱う

空気抵抗と摩擦力は無視できる
質量6.0 [kg],
ばね定数2.0 [N/m]
$x_\mathrm{i} = 3.0$ [m], $v_\mathrm{i} = 2.0$ [m/s]



(a) 空気抵抗と摩擦力は無視でき，垂直抗力は仕事をしないので，力学的エネルギー保存則は成立する。

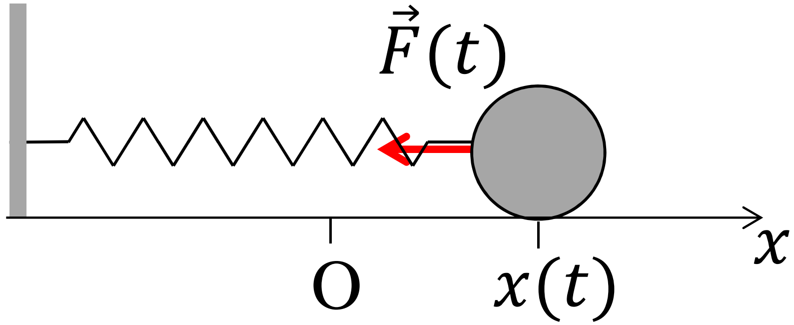
(b) $K_\mathrm{i} = \frac{1}{2} m {v_\mathrm{i}}^2 = \frac{1}{2} \times 6.0[\mathrm{kg}] \times (2.0\ [\mathrm{m/s}])^2 = 12[\ \mathrm{J}]$,

$U_\mathrm{i} = \frac{1}{2} k {x_\mathrm{i}}^2 = \frac{1}{2} \times 2.0[\mathrm{N/m}] \times (3.0\ [\mathrm{m}])^2 = 9.0\ [\mathrm{J}]$,

力学的エネルギー$E_\mathrm{i} = K_\mathrm{i} + U_\mathrm{i} = 12\ [\mathrm{J}] + 9.0\ [\mathrm{J}] = 21\ [\mathrm{J}]$

(3)演習3（単振動をエネルギーの考え方で扱う

空気抵抗と摩擦力は無視できる
質量6.0 [kg],
ばね定数2.0 [N/m]
$x_\mathrm{i} = 3.0$ [m], $v_\mathrm{i} = 2.0$ [m/s]



(c) 単振動の振幅をAとする。

c-1) $x = A$では$v_x = 0$。

位置エネルギー$U_\mathrm{a} = \dfrac{1}{2} \times 2[\mathrm{N/m}] \times A^2 = A^2$

$E_\mathrm{a} = K_\mathrm{a} + U_\mathrm{a} = 0 + A^2 = A^2$

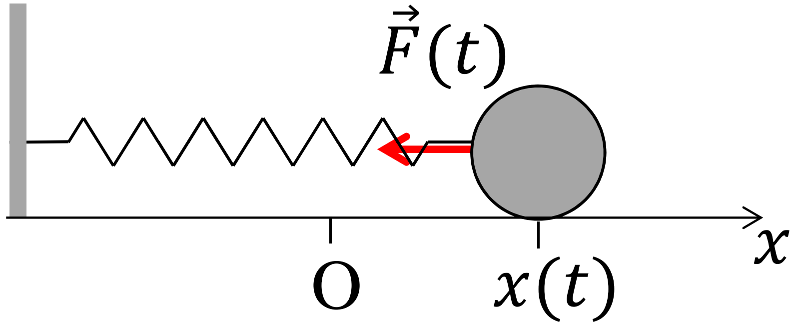
c-2) 問い(a), (b), c-1) から，Aを求めよ。

力学的エネルギー保存則より，$E_\mathrm{a} = E_\mathrm{i}$

$A^2 = 21 \;\Rightarrow\; \therefore A = \sqrt{21}$ [m]

(3)演習3（単振動をエネルギーの考え方で扱う

空気抵抗と摩擦力は無視できる
質量6.0 [kg],
ばね定数2.0 [N/m]
$x_{\mathrm{i}} = 3.0$ [m], $v_{\mathrm{i}} = 2.0$ [m/s]



(d) 原点$x = 0$を通過する瞬間は，U_{a}=0 [J]

運動エネルギー$K_0 = \dfrac{1}{2} \times 6.0[\mathrm{kg}] \times v^2 = 3v^2[\mathrm{J}]$

$E_0 = K_0 + U_0 = 3v^2 + 0 = 3v^2$

力学的エネルギー保存則より，$E_0 = E_{\mathrm{i}}$

$3v^2 = 21 \;\Rightarrow\; \therefore v = \pm\sqrt{7}$ [m/s]

速さは，$v_0 = |v| = \left|\pm\sqrt{7}\ [\mathrm{m/s}]\right| = \sqrt{7}$ [m/s]

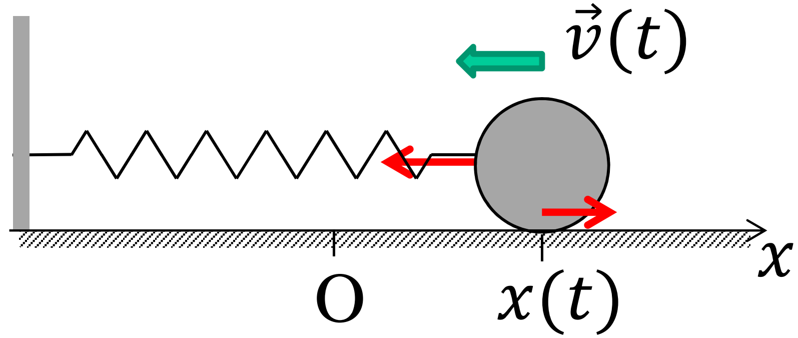
(3)演習3（単振動をエネルギーの考え方で扱う

(e)摩擦力が働く状況を考える。

摩擦力が物体に与えた仕事W

物体が失ったエネルギーQ

動き始めたとき$E_0 = 21$ [J]



$x = 0$で止まったから，$x_\mathrm{f} = 0$ [m]，$v_\mathrm{f} = 0$ [m/s]

$$E_\mathrm{f} = \frac{1}{2}m{v_\mathrm{f}}^2 + \frac{1}{2}k{x_\mathrm{f}}^2 = 0[\mathrm{J}]$$

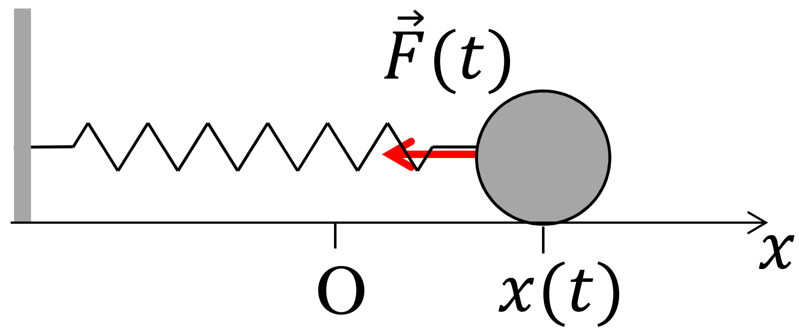
エネルギー保存則より，$E_\mathrm{f} - E_0 = W$

$$\therefore W = 0[\mathrm{J}] - 21[\mathrm{J}] = -21[\mathrm{J}]$$

物体が失ったエネルギー

$$Q = |\Delta E| = -W = 21[\mathrm{J}]$$

(4) 演習4:



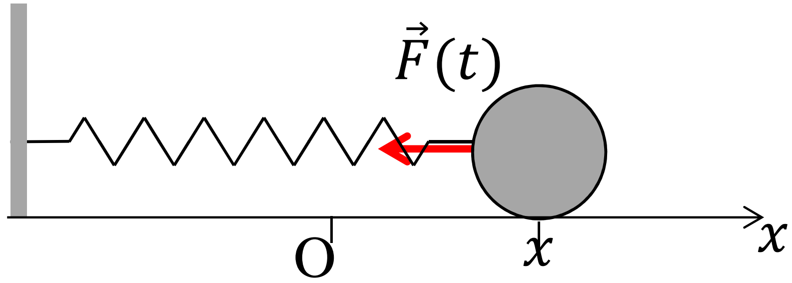
単振動しており，その位置が

$$x(t) = -0.5\cos\left(4t + \frac{\pi}{7}\right)\ [\mathrm{m}]$$

だとする。
位相$\theta(t)$，振幅$|A|$，角振動数ω，振動数f，周期Tを求めよ。

(4) 演習4:

$$x(t) = -0.5\cos\left(4t + \frac{\pi}{7}\right)\ [\mathrm{m}]$$



位相　$\theta(t) = 4t + \dfrac{\pi}{7}$ [rad],

振幅　$|A| = |-0.5|\ [\mathrm{m}] = 0.5\ [\mathrm{m}]$,

角振動数　$\omega = 4$ [rad/s],

周期は ()の中が2π変化する条件 $\omega T = 2\pi$ から,

周期　$T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \dfrac{2\pi}{4[\mathrm{rad/s}]} = \dfrac{\pi}{2}[\mathrm{s}] = 1.6\ [\mathrm{s}]$

振動数　$f = \dfrac{1}{T} = \dfrac{\omega}{2\pi} = \dfrac{4[\mathrm{rad/s}]}{2\pi} = \dfrac{2}{\pi}[1/\mathrm{s}] = 0.64\ [\mathrm{Hz}]$,

第9回授業　レポート課題

第10章，問題演習10 の問題10-6（p.46）に取り組む。問題10-3（p.45）と9回授業の座標軸の設定で，（追加0）力学的エネルギー保存則が成立するかしないか，理由を付けて答えよ。（追加1）手を放した直後の力学的エネルギーE_0を求めよ。（追加2）エネルギーの考え方を用いて，つり合い（自然長）の位置における速さv_0を求めよ。（追加3）エネルギーの考え方を用いて，ばねが最も縮んだときの位置x_Sと，最も伸びたときの位置x_Lを求めよ。物体のつりあいの位置を，すべての位置エネルギーの基準とする。

注意1：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。答案作成力も見る。

提出〆切：答案用紙を，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