定期試験(期末試験)について

日時: 8月1日(金) 10:40〜

場所: 5号館 1 階 5103 室

注意事項:

ひとつの机の両端に着席する(各机に二人のみ着席可).
机の上に置いて良いのは，**筆記用具，(関数)電卓と学生証，時計のみ**．携帯電話を時計，電卓として使用することは認めません(携帯電話の電源は必ず切っておくこと).
電子辞書の電卓機能を使用することも禁止します.

これらのことが守れない人は，即退室してもらいます.

5章のおさらいポイント

1. 4章からの続きの内容.

2. 摩擦力を代表とする「抵抗力」が働く場合を考える.

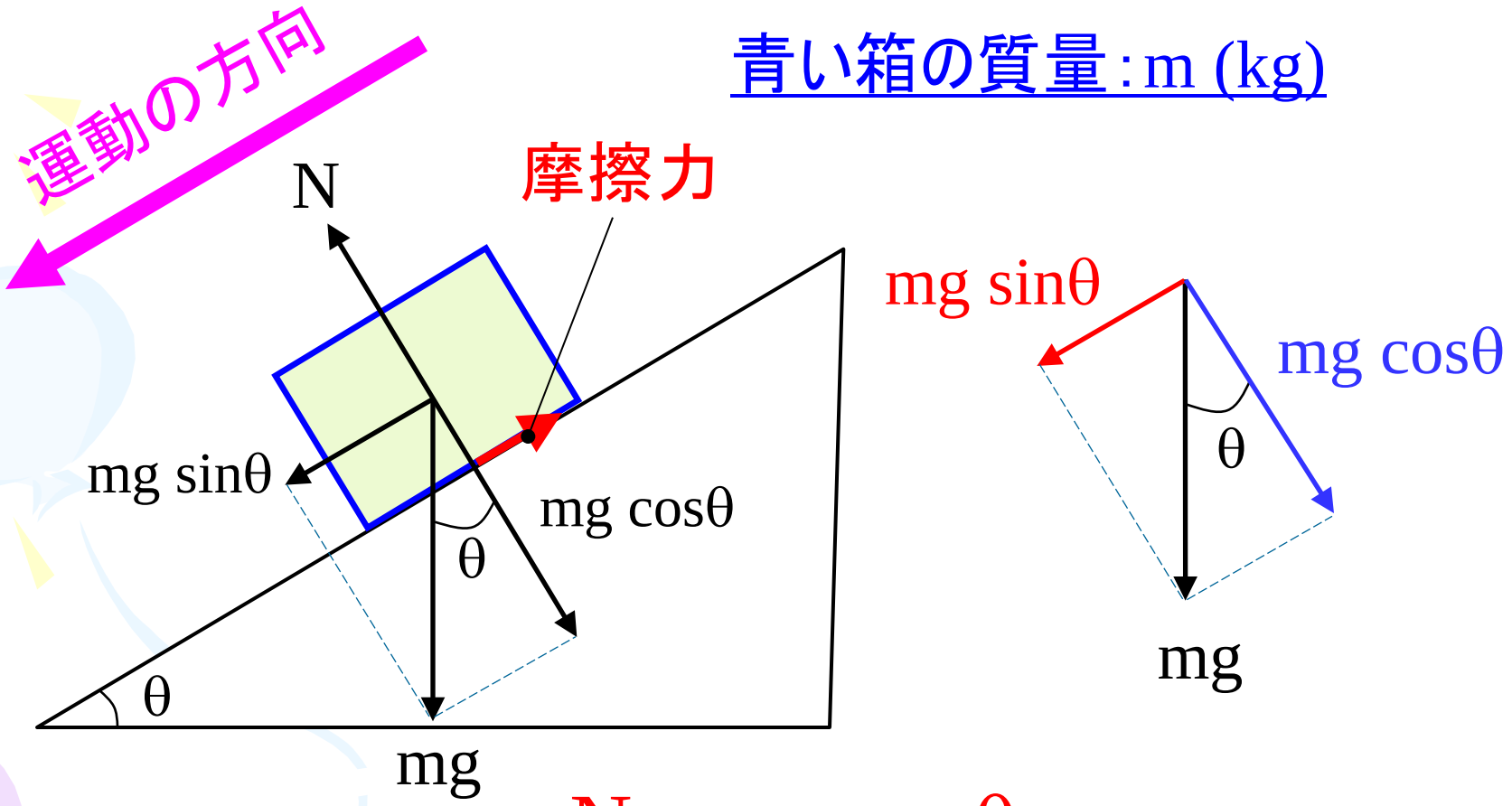
3. 「力」と「抵抗力」が働く方向と大きさをよ～く考えましょう (速度，加速度，力などはすべてベクトル量です).

5章のおさらいポイント

1. 静止，運動摩擦力
   - 垂直抗力 N
   - 斜面における垂直抗力
2. 空気と水の抵抗力
   - 粘性抵抗 (ストークスの法則，雨滴)
   - 慣性抵抗 (スカイダイビング)
   - 終端速度

5章のポイント①

青い箱の質量：m (kg)



$N = mg\cos\theta$

；摩擦力はNと関係

演習問題 5-A-6

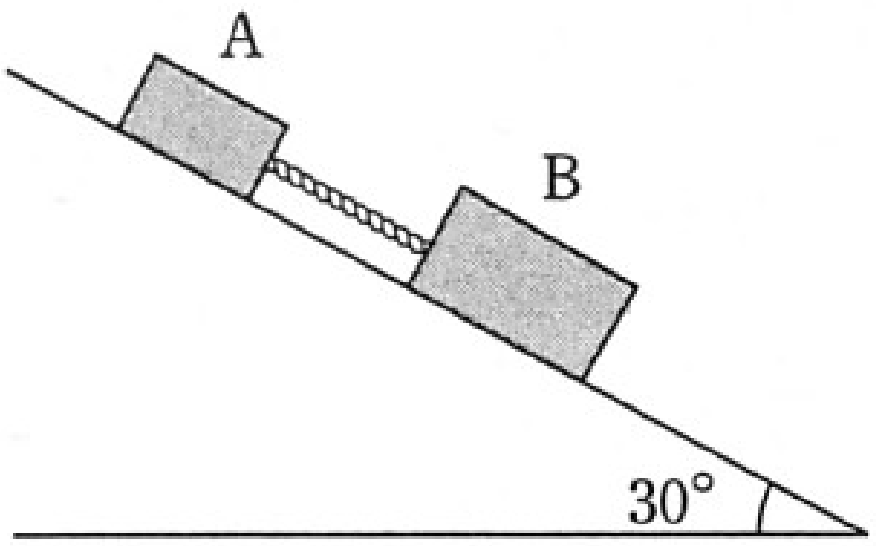
【運動摩擦力に関する問題】

摩擦力を考慮して運動方程式をたてる．ある一定の加速度で速度を減少させながら，速度がゼロになると最高点に達すると考える．

摩擦力 + 運動方程式 + 等加速度運動

演習問題 5-A-7

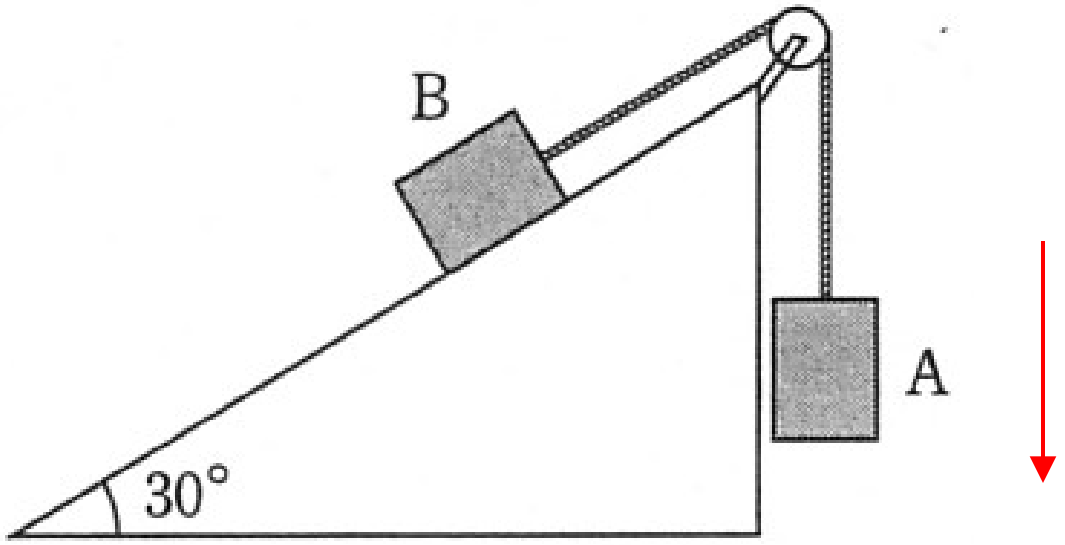
A, Bそれぞれについて運動方程式をたてる.



演習問題 5-A-8

ブロック A と B それぞれに関する運動方程式をたてる.

この時，張力とブロック B と斜面にかかる摩擦力を考慮することを忘れずに.



6章おさらいポイント

1. 単振動する点の変位，速度，加速度
2. ばねによる単振動 (運動方程式，周期)
3. 単振り子 (周期)
4. 共振，波動 (主には，言葉の意味)

6章おさらいポイント

1. ばねの単振動と単振り子の周期を覚えておきましょう.

2. ばねによる単振動における力学的エネルギー保存則

(運動エネルギー) + (弾力による位置エネルギー)

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \qquad U = \frac{1}{2}kx^2$$

= 力学的エネルギー = 一定

単振動とは？

ある点Qが等速円運動するとき，その点Qがある直径に投ずる正射影の運動を単振動という.

(等速円運動をある軸上に投影した運動をいう)

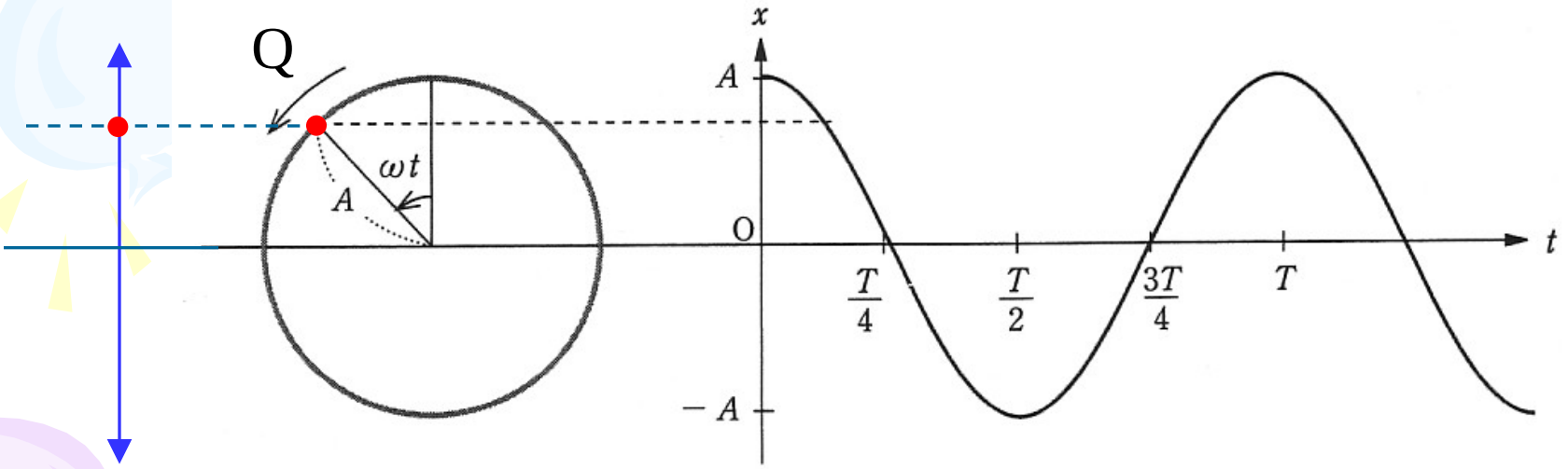
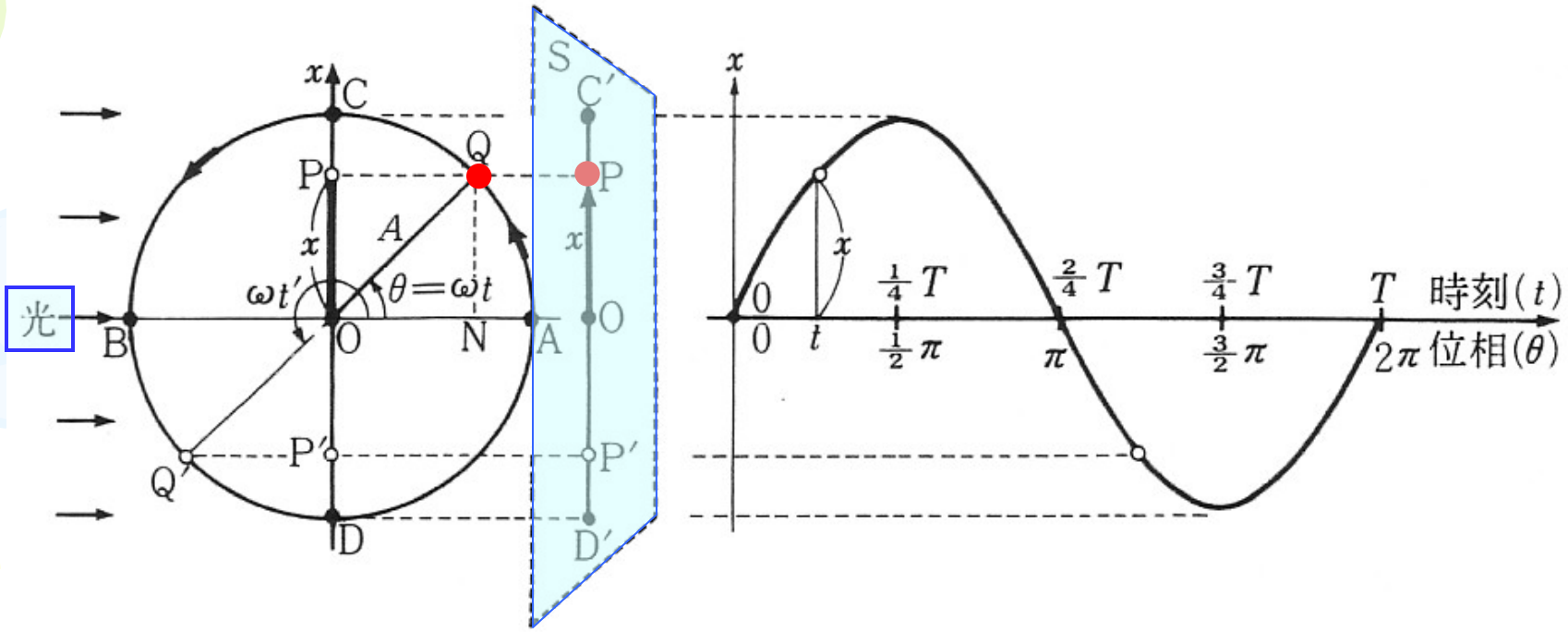


図 6.2　単振動 $x = A\cos\omega t$，$T = 2\pi/\omega$

点Qの上下方向の運動を投影

単振動とは？


光
x
C
P
Q
A
x
ωt′
θ＝ωt
B
O
N
A
S
C′
P
x
O
P′
D′
Q′
P′
D
x
0
0
t
x
1/4 T
1/2 π
2/4 T
π
3/4 T
3/2 π
T
2π
時刻(t)
位相(θ)

単振動の基礎となる関係式

振動数 (1秒間に振動する回数) f (回/s)

周期 (1回の単振動をする時間) T (s)

$$f = 1/T$$

角速度 (単位時間にまわる角) ω (rad/s)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

(1回まわれば 2π ラジアン回ることになる)

単振動する点の変位･速度･加速度

変位 x

$$x = A\sin\omega t = A\sin\frac{2\pi}{T}t$$

速度 v

$$v = \omega A\cos\omega t = \frac{2\pi}{T}A\cos\frac{2\pi}{T}t$$

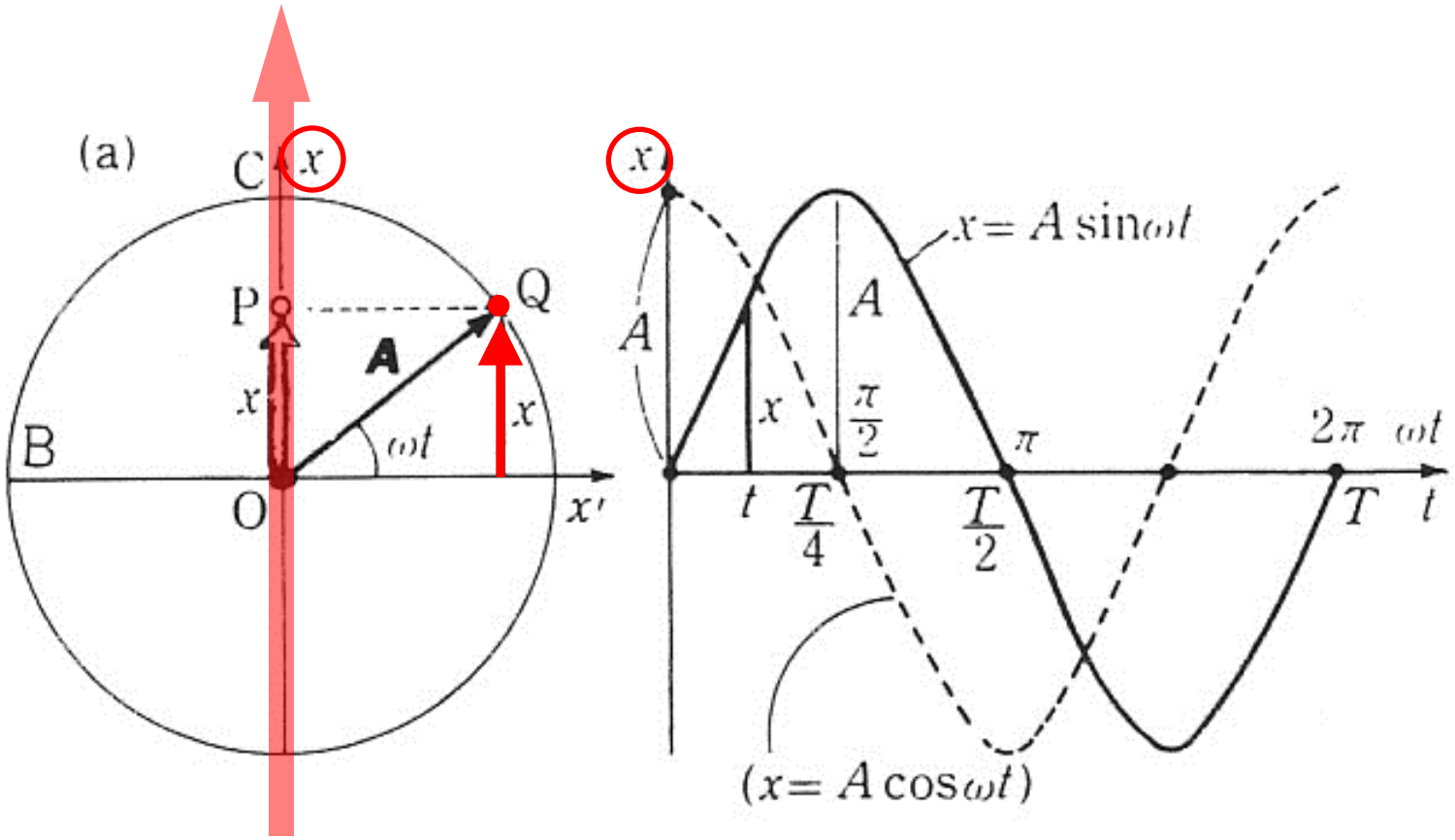
加速度 a

$$a = -\omega^2 A\sin\omega t = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 A\sin\frac{2\pi}{T}t$$

積分

微分

単振動する点の変位・速度・加速度

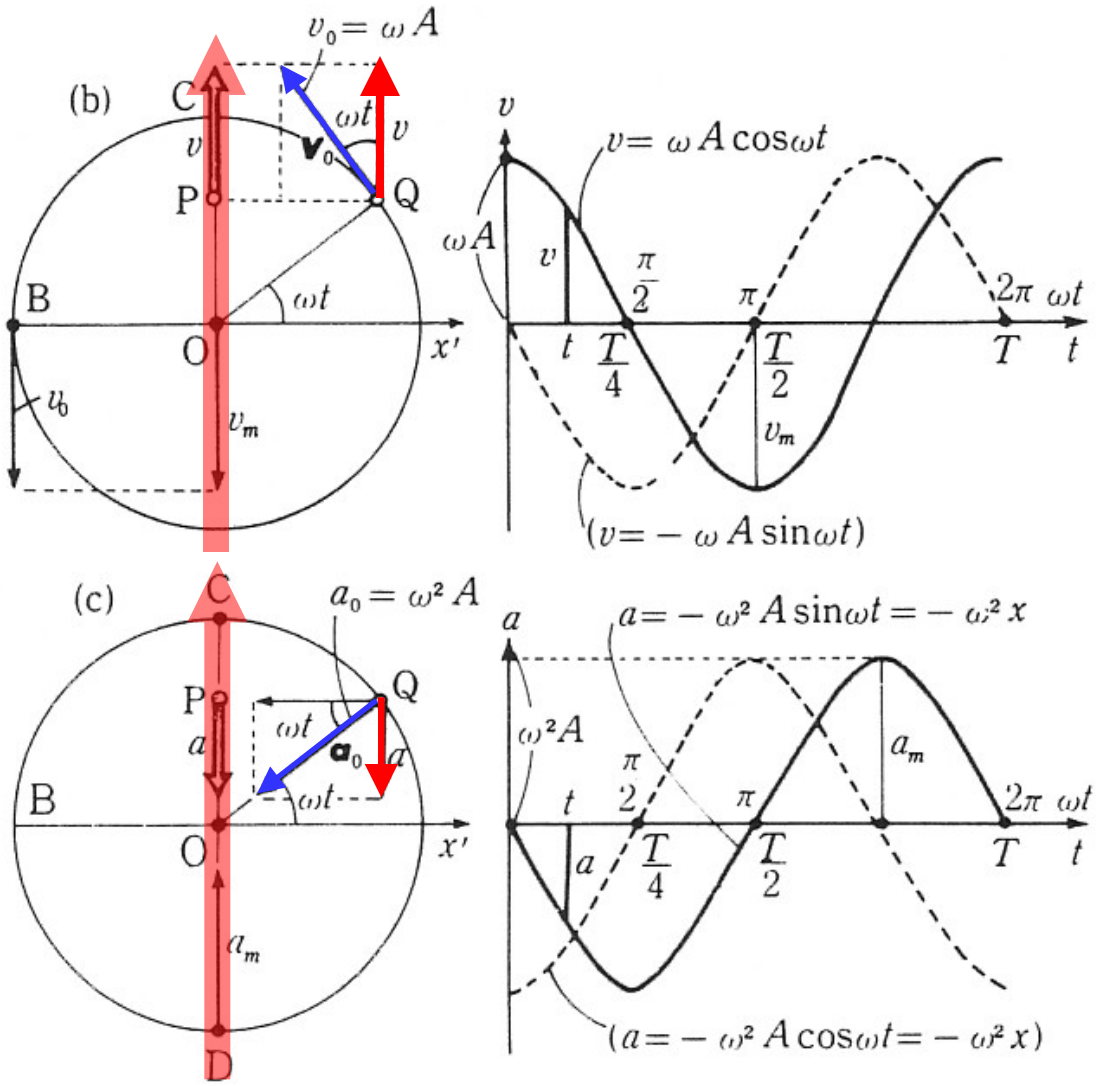


等速円運動をある軸上に投影したものが単振動だから，その大きさは投影軸の方向成分の大きさになる．

単振動する点の変位・速度・加速度

速度

加速度



単振動する点の変位・速度・加速度

「質点」が最初(時刻0において)どこに位置しているか

(1) 中心にあって最大速度で動いている場合

$$x = A\sin\omega t$$

(2) 端にあって静止し中心に向かって動き出す場合

$$x = A\cos\omega t$$

$$v = -\omega A\sin\omega t$$

$$a = -\omega^2 A\cos\omega t$$

単振動の加速度と変位の関係

変位 $x = A\sin\omega t$ を $a = -\omega^2 A\sin\omega t$ に代入すると,

$$a = -\omega^2 x$$

が得られる. この時, 角振動数 $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = 2\pi f$ より

ω^2 は変位 x , 時間 t に関係のない定数となる.

したがって, 単振動している質点の加速度は,

大きさは変位に比例し,

方向は中心に向かう

演習問題 6-A-4

単振り子の周期 T の式を用いて解けます.

演習問題 6-B-3

重力加速度が g の時の周期 T と，重力加速度が 1/100増した時の周期 T’ との関係を考える.

7章おさらいポイント

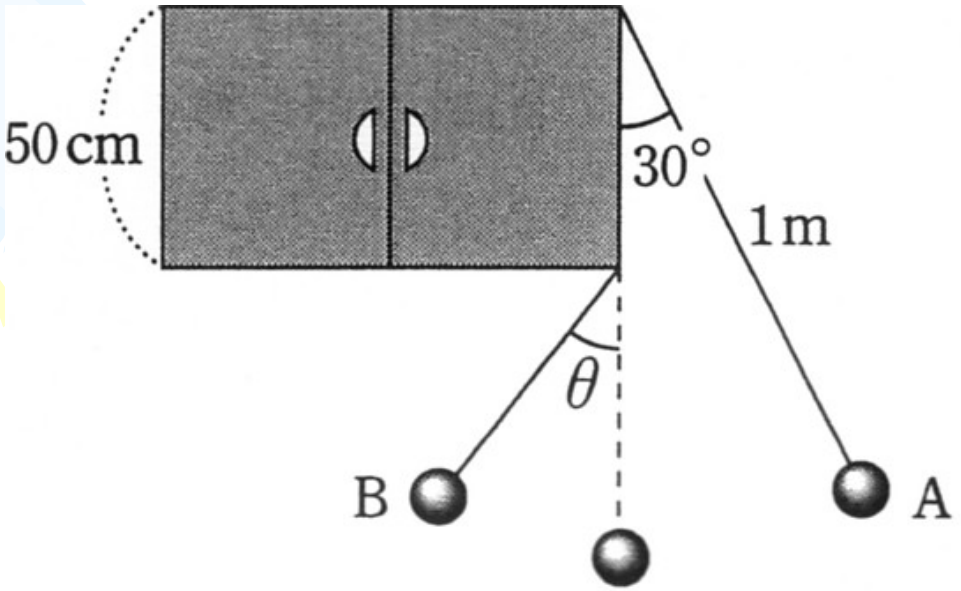
- 仕事 = 力 × 距離 = エネルギーの変化
- 力
- 運動エネルギー(仕事をすることのできる能力)
- 力学的エネルギー(保存則)

位置エネルギー，運動エネルギー，ばねの弾性エネルギー

- 仕事率 = 仕事 ÷ 時間

演習問題 7-A-11

天井を基準点(h=0)と考えて，位置エネルギーと運動エネルギーの変化 = 力学的エネルギー保存則を考えればよい.



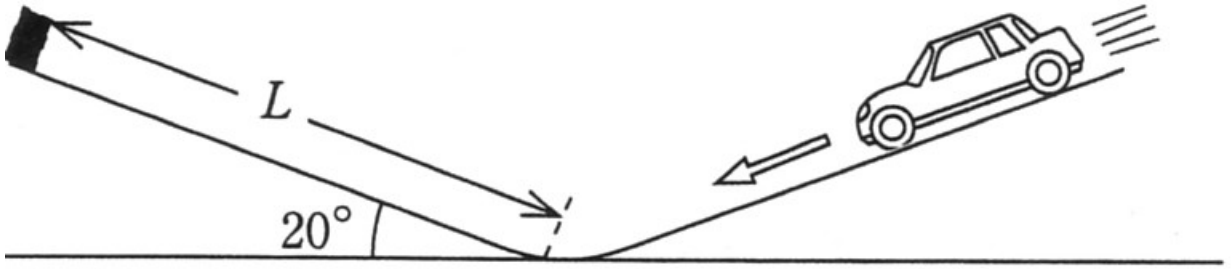
演習問題 7-A-16

(1). 力学的エネルギー保存則

(2). 力学的エネルギーの変化が，摩擦力がした仕事に相当すると考える．この時，摩擦力がした仕事 = $\mu' mg\cos\theta\, d$ となる．

演習問題 7-A-24

力学的エネルギーの変化は仕事と等しい，という関係を用いて考える．



8章おさらいポイント

- 運動量 = 質量 × 速度
- 力積 = 力 × 時間
- 運動量保存則

衝突前の運動量の総和 = 衝突後の運動量の総和

- 弾性衝突と非弾性衝突

運動量保存則と力学的エネルギー保存則：成立．不成立

- はね返り係数

はね返りの程度，球と壁・床，ふたつの球同士の衝突

演習問題 8-A-4

速度より運動量が，力の時間変化より力積を求めることができる.

9章おさらいポイント

- モーメント
- 角運動量
- 角運動量保存則

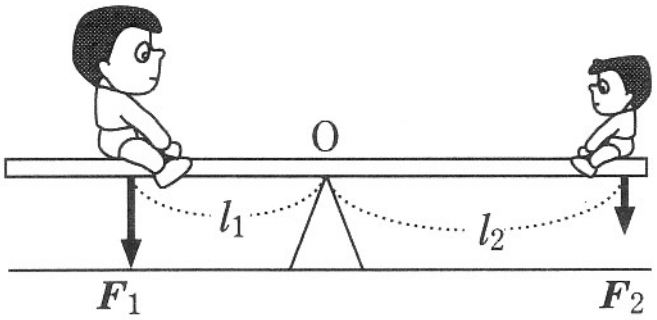
※ 回転運動

モーメント (p.131)

力のモーメント = 物体を回転させる能力

= 力 × 腕の長さ

$$N = F\,l \qquad (9.1)$$



(a)

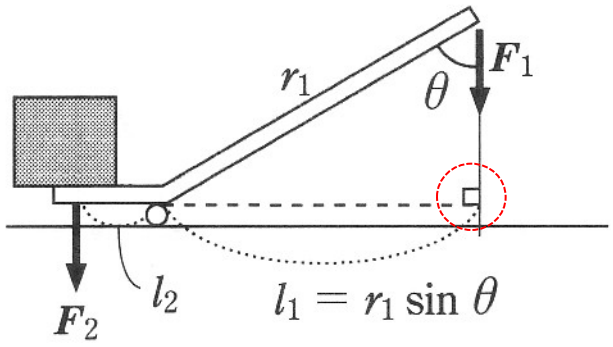
点Oのまわりの力Fのモーメント

「力の大きさ」

×

「点Oから力Fの作用線までの距離l」

(点Oから力Fにおろした垂線の長さl)



(b)

モーメント (p.131)

モーメントの符号

物体を回転させようとする向きが，
時計の針の方向と逆(反時計回り)の時，正符号(+)
時計の針の方向と同じ(時計回り)時は，負符号(−)
をつける．
※ベクトル積(2章)での向きの決定方法と同じ

ベクトル積 (外積) (p.30)

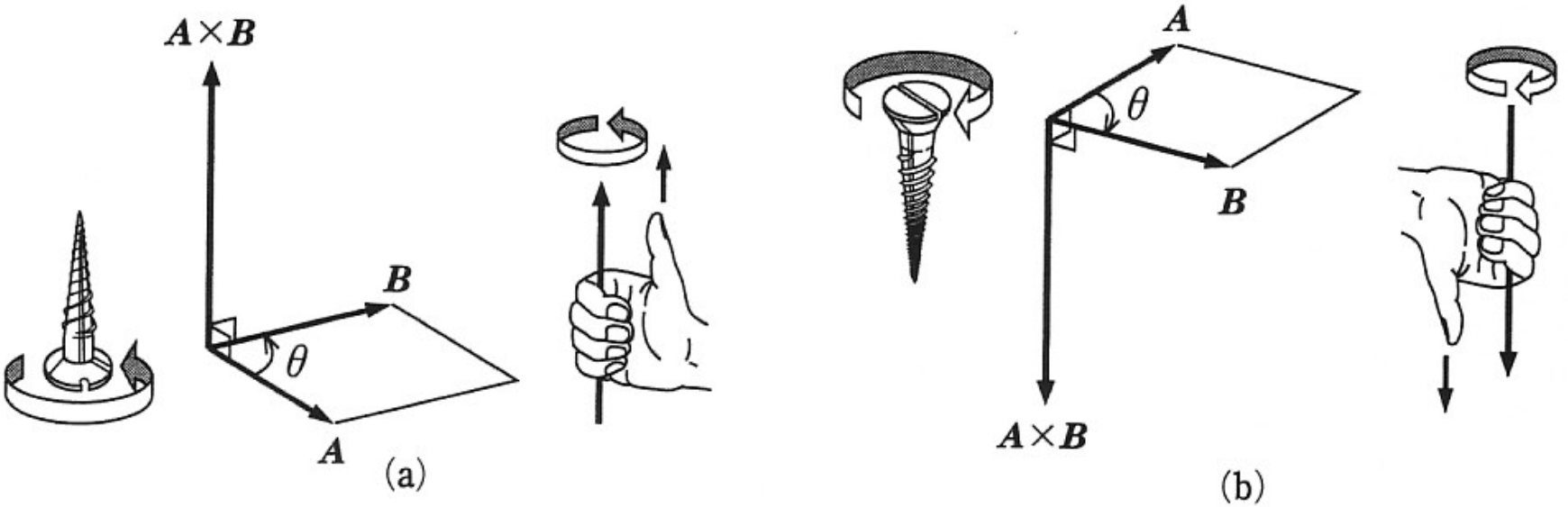


図 2.20　2 つのベクトル A, B のベクトル積 $A \times B$．ベクトル積は大きさと向きをもつベクトルである．向きは右手を使っても図のようにして求められる．

$$\left|A \times B\right| = AB\sin\theta \qquad (2.31)$$

角運動量 (p.132)

質点 P が O のまわりを回転しているとき，O から P の運動量 mv におろした垂線の長さ d と mv との積を角運動量という．つまり，O のまわりの運動量のモーメントのことを言う．

$$L = mvd = pd \qquad (9.5)$$

運動量 × 中心までの距離

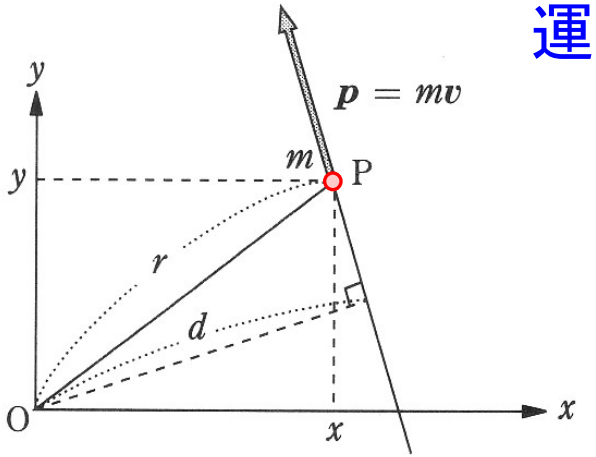


図 9.7　点 O のまわりの角運動量
$L = pd = mvd$

円運動の角運動量 (p.133)

質量 m の物体が，点 O を中心とする半径 r の円周上を速さ $v = r\omega$ で等速円運動しているとき，この物体の点 O のまわりの角運動量 L は，

$$L = mvr = mr^2\omega \qquad (9.7)$$

この時，

運動量ベクトル $p = mv = mr\omega$

点Oから運動量ベクトルの垂線の長さ $d = r$

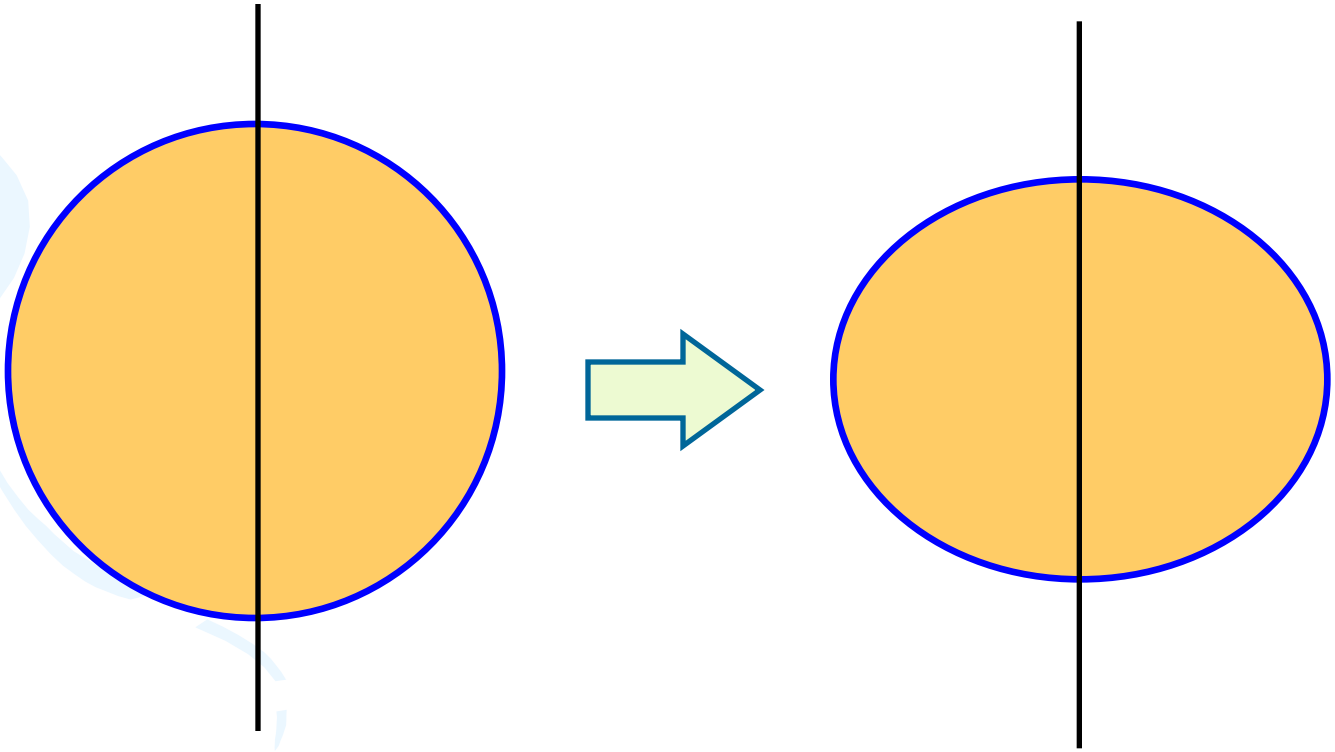
角運動量保存則 (p.133)

質点が中心力だけを受けているとき，力の中心の周りの質点の角運動量は一定に保たれる．これを，角運動量保存の法則という．

中心力：運動中に質点 P に働く力が，方向は常に一定点 O とその質点 P を結ぶ直線 OP に沿い，大きさは距離 OP のみにより決まるとき，その力を中心力という．

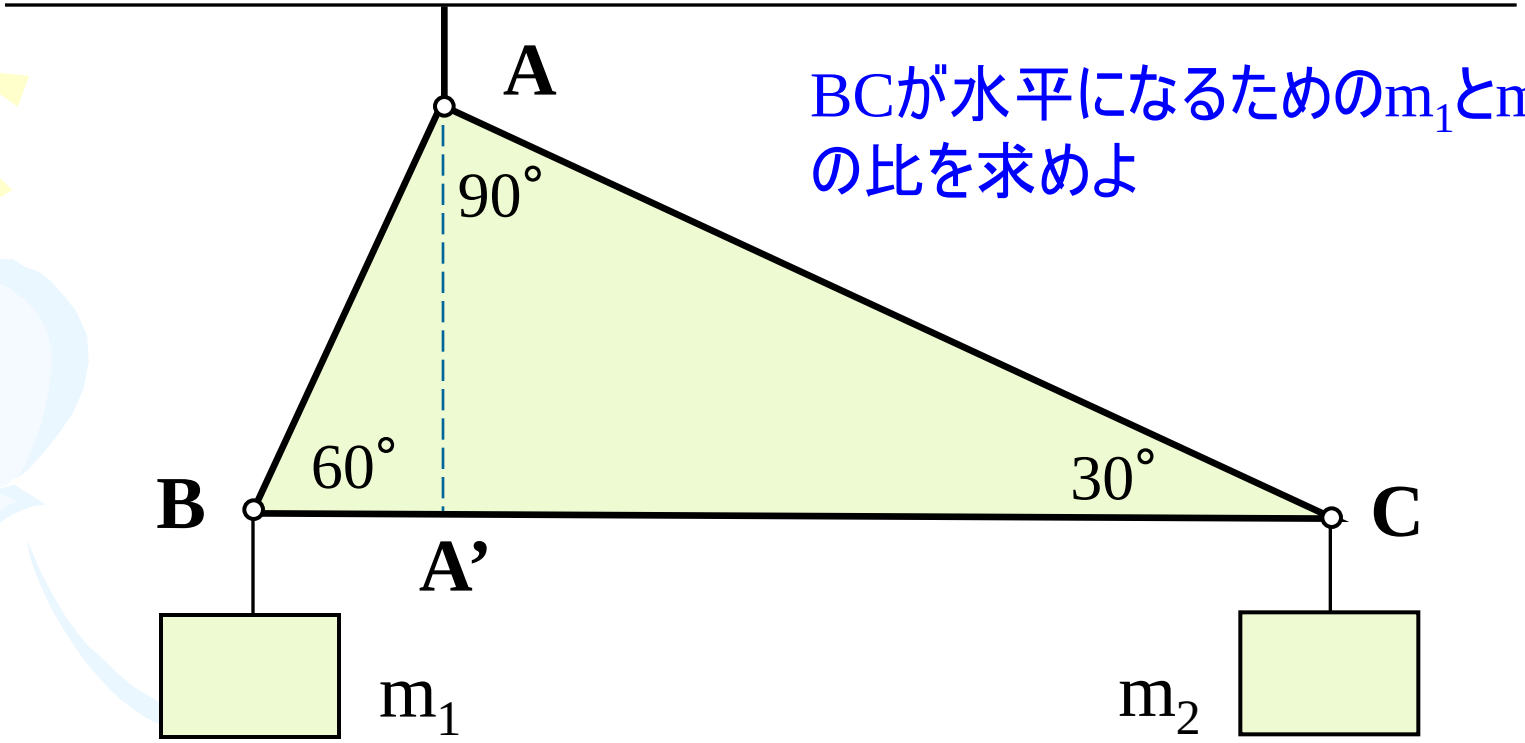
演習問題9-B-3

地球が南北方向に縮むと，自転の角速度はどう変わるか．



角運動量保存則より考える

モーメントに関する基礎演習問題



BCが水平になるためのm_1とm_2の比を求めよ