

運動Ⅱ

3年次 組 番・氏名

ノート

○等加速度直線運動

一定の加速度で動く運動を ということは学習した。このうち一直線上の運動である場合を「等加速度直線運動」という。ここでは、等加速度直線運動に関する公式をまとめておく。

現在の速度(初速度)を $v_0(\text{m/s})$ とし、加速度 $a(\text{m/s}^2)$ で移動している。 $t(\text{s})$ 後の速度 $v(\text{m/s})$ は次の式で求まる。

$v = v_0 + at$	…速度
----------------	-----

また、この $t(\text{s})$ 間に移動した距離 $s(\text{m})$ は、次の式で求まる。

$s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$	…移動距離
-------------------------------	-------

この2つの式を変形すると、時間 t を除いた式ができる。

$v^2 - v_0^2 = 2as$	…時間を含まない式
---------------------	-----------

○自由落下運動

物体が静止状態から落下する運動を「自由落下運動」ということは学習した。地球の重力の影響だけを受ける等加速度直線運動といえる。

自由落下運動は、 $v_0 = \text{□}(\text{m/s})$ 、 $a = g(\text{m/s}^2) = \text{□}(\text{m/s}^2)$ である。 g は重力加速度。

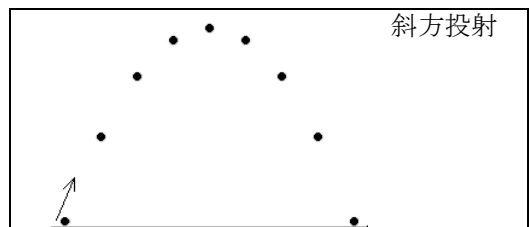
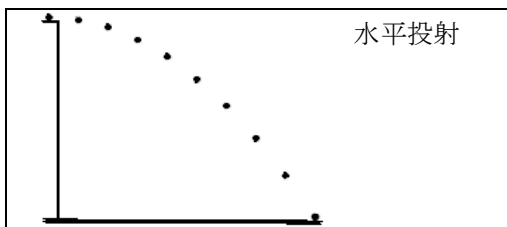
$v =$	…速度
$s =$	…移動距離
$v^2 = 2gs$	…時間を含まない式

○鉛直下方投射と鉛直上方投射

鉛直下方投射は、物体を地面に対して垂直に投げおろす、鉛直上方投射は、逆に投げ上げることである。どちらの場合も初速度 $v_0(\text{m/s})$ は $0(\text{m/s})$ ではないので、公式は次のようになる。

鉛直下方投射		鉛直上方投射
$v =$	…速度…	$v =$
$s =$	…移動距離…	$s =$
$v^2 - v_0^2 = 2gs$	…時間を含まない式…	$v^2 - v_0^2 = -2gs$

○水平投射と斜方投射 (問題の中で説明する)



運動Ⅱ 1 年次 組 番・氏名

【1】現在の速度(初速度)を $v_0(\text{m/s})$ 、 t 秒後の速度 $v(\text{m/s})$ とする。この間、加速度 $a(\text{m/s}^2)$ は一定であるとする、加速度 a は時間当たりの速さの変化であるから次の式になる。等加速度直線運動の公式を求めるため、各設問に答えよ。

$$a = \frac{v - v_0}{t} \quad \dots \quad \textcircled{1}$$

(1) 初速度 v_0 と加速度 a から t 秒後の速さ v を求める式を答えよ。(式①を変形する。)

$$v = \quad \dots \textcircled{2}$$

(2) 初速度 v_0 と t 秒後の速さ v から平均の速さ v_a を求める式を答えよ。

$$v_a = \quad \dots \textcircled{3}$$

(3) 初速度 v_0 と加速度 a から t 秒間の移動距離 s を求める式を答えよ。移動距離は、 $s = v_a t$ で求められる。式②と③を使う。

$$s = \quad \dots \textcircled{4}$$

(4) 初速度 v_0 、 t 秒後の速度 v と加速度 a から移動距離 s を求める式を答えよ。式②を時間 t について解き、式④に代入する。

$$s = \quad \dots \textcircled{5}$$

【2】車の速度が 30 秒間で 2.5m/s から 7.8m/s に変化した。この間の加速度を求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第 2 位まで求めよ。

$$\text{m/s}^2$$

【3】車の速度が 5.2m/s から一定の加速度 0.7m/s^2 で走行した。16 秒後の速度を求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第 2 位まで求めよ。

$$\text{m/s}$$

運動II 2

年次 組 番・氏名

等加速度直線運動 (v_0 : 初速度、 v : 最終速度、 a : 加速度、 t : 時間、 s : 移動距離(変位))

$$v = v_0 + at \dots ① \quad s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \dots ② \quad v^2 - v_0^2 = 2as \dots ③$$

【4】車の速度が 20km/h から一定の加速度 0.88m/s^2 で走行した。12 秒後の速度と移動距離を求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第 2 位まで求めよ。

km/h

m

【5】車の速度が 5.6m/s から一定の加速度 0.88m/s^2 で走行すると速度が 16.1m/s になった。この間の移動距離を求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第 2 位まで求めよ。

m

自由落下運動 (v_0 : 初速度=0、 v : 最終速度、 $a=g=9.8\text{m/s}^2$: 重力加速度、 t : 時間、 s : 移動距離(変位))

$$v = gt \dots ① \quad s = \frac{1}{2} gt^2 \dots ② \quad v^2 = 2gs \dots ③$$

【6】ビルの屋上からボールを自由落下させる。5 秒後のボールの速さを求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第 2 位まで求めよ。重力加速度は 9.8m/s^2 とする。

km/h

【7】ビルの屋上からボールを自由落下させると 1.91 秒で地上に到達した。このビルの高さを求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第 2 位まで求めよ。重力加速度は 9.8m/s^2 とする。

m

【8】ヘリコプタからボールを自由落下させる。地上に到達したときのボールの速度が 580km/h であった。ヘリコプタの高さを求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第 2 位まで求めよ。重力加速度は 9.8m/s^2 とする。

m

運動Ⅱ 3

年次 組 番・氏名

鉛直投射 (v_0 : 初速度、 v : 最終速度、 $a=g=9.8\text{m/s}^2$: 重力加速度(投げ上げ時は $g=-9.8$)、 t : 時間、
 s : 移動距離(変位))

$$v = v_0 + gt \dots \textcircled{1} \quad s = v_0 t + \frac{1}{2}gt^2 \dots \textcircled{2} \quad v^2 - v_0^2 = 2gs \dots \textcircled{3}$$

【9】ビルの屋上からボールを真下に向かって 5.8m/s の速さで投げる。5 秒後のボールの速さを求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第 2 位まで求めよ。重力加速度は 9.8m/s^2 とする。

km/h

【10】ビルの屋上からボールを真下に向かって 3.7m/s の速さで投げる。1.57 秒で地上に到達した。このビルの高さを求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第 2 位まで求めよ。重力加速度は 9.8m/s^2 とする。

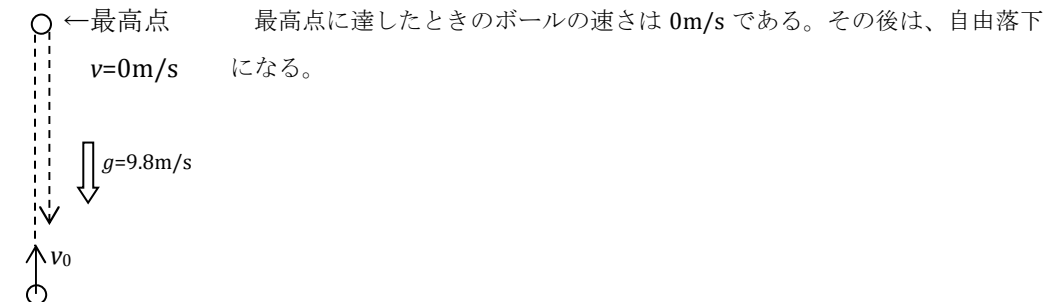
m

【11】地面からボールを真上に向かって 22.8m/s の速さで投げる。2 秒後のボールの速さを求めよ。また、2 秒後のボールの高さを求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第 2 位まで求めよ。重力加速度は 9.8m/s^2 とする。

m/s	
-----	--

m	
---	--

【12】地面からボールを真上に向かって 31.2m/s の速さで打ち上げた。最高点に達するのに要する時間を求めよ。また、最高点の高さを求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第 2 位まで求めよ。重力加速度は 9.8m/s^2 とする。



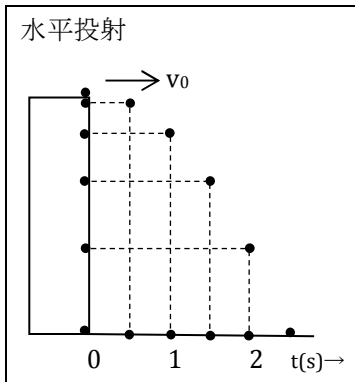
s	
---	--

m	
---	--

※ 地面に戻ってくるまでの時間は、最高点に達するのに要する時間の 2 倍である。

運動Ⅱ 4

年次 組 番・氏名



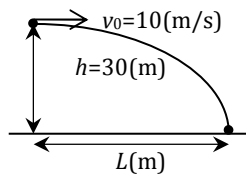
水平方向にボールを投げ出す運動を水平投射という。左図は、水平方向に初速度 v_0 で投げだした様子で、0.5 秒ごとに点を取って表した。(空気抵抗等は無視する)

水平方向にだけ注目すると、時間ごとの点の間隔は一定である。速度が初速度 v_0 のまま一定の等速直線運動となる。

鉛直方向にだけ注目すると、重力加速度の影響を受けるので自由落下運動となる。

このように、水平投射の運動は、水平(x)方向と鉛直(y)方向に分けて考える。

【例題】 高さ 30m の場所から水平方向に初速度 10m/s でボールを投げた。落下地点までの距離 L を求めよ。(図はイメージである)



落下するまでの時間 t を求める。落下は自由落下である。

$$s = \frac{1}{2}gt^2 \text{ より } 30(\text{m}) = \frac{1}{2} \times 9.8(\text{m/s}^2) \times t^2 \text{ から } t \text{ を求める。}$$

$$t^2 = 30 \times 2 \div 9.8 \quad t = \sqrt{30 \times 2 \div 9.8} = 2.4743(\text{s})$$

ボールは地面に落下するまで水平方向に移動する。移動距離は $L=s=vt$ で求められる。速度 v は初速度 10m/s、時間 t は落下するまでの時間 2.4743 秒であるから、移動距離 L は、 $L=10(\text{m/s}) \times 2.4743(\text{s})=24.743$ 、およそ、24.74(m)となる。

※ 水平方向には重力が働かない。鉛直方向には重力が働く。

【13】 高さ 18m の場所から 41.5m/s の初速度で球を打ち出した。落下地点までの距離を求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第 2 位まで求めよ。重力加速度は 9.8m/s^2 とする。

m

【14】 高さ 18m の場所から 1245m/s の初速度で大砲の弾丸を打ち出した。落下地点までの距離を求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第 2 位まで求めよ。重力加速度は 9.8m/s^2 とする。

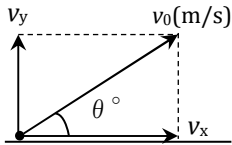
m

$$L = v_0 \times \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

運動II 5

年次 組 番・氏名

斜方投射

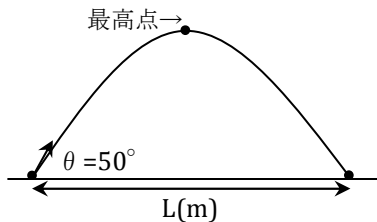


左図のように斜め方向にボールを投げ出す運動を斜方投射という。この場合も重力の働かない水平方向と重力の働く鉛直方向に分けて考える。

初速度 v_0 は水平方向 v_x と鉛直方向 v_y に分かれる(図参照)。

$$v_x = v_0 \cos \theta^\circ \quad v_y = v_0 \sin \theta^\circ \quad \text{がそれぞれの初速度となる。}$$

【例題】 地面から斜め 45° の方向に初速度 15m/s でボールを投げた。落下地点までの距離 L を求めよ。(図はイメージである)



初速度を水平方向 v_x と鉛直方向 v_y に分ける。

$$v_x = v_0 \cos \theta^\circ = 15 \times \cos 45^\circ = 10.6066 \text{ m/s}$$

$$v_y = v_0 \sin \theta^\circ = 15 \times \sin 45^\circ = 10.6066 \text{ m/s}$$

ボールが地面に落下するまでの時間 t を求める。

$v = v_y + gt_h$ 、最高点では $v=0$ より、最高点までの時間 t_h は

$$0 = 10.6066 + (-9.8) \times t_h \quad t_h = 1.0823 \text{ (s)}$$

したがって、地面に落下するまでの時間 t は、 $t = 2 \times t_h = 2.1646 \text{ (s)}$ となる。

ボールは地面に落下するまで水平方向に移動する。移動距離は $L = s = vt$ で求められる。速度 v は $v_x = 10.6066 \text{ m/s}$ 、時間 t は落下するまでの時間 2.1646 秒であるから、移動距離 L は、 $L = 10.6066 \text{ (m/s)} \times 2.1646 \text{ (s)} = 22.9590$ 、およそ、 22.96 (m) となる。

【15】 地面から斜め 55° の方向に初速度 15m/s でボールをそれぞれ投げた。落下地点までの距離をそれぞれ求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第2位まで求めよ。重力加速度は 9.8m/s^2 とする。

m

【16】 地面から斜め 35° の方向に初速度 15m/s でボールをそれぞれ投げた。落下地点までの距離をそれぞれ求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第2位まで求めよ。重力加速度は 9.8m/s^2 とする。

m

※ 計算上、 45° の角度で斜方投射すると飛距離が最大になる。

※ 飛距離は θ° と $90 - \theta^\circ$ で同じになる。

$$L = v_0 \cos \theta \times \frac{2}{g} v_0 \sin \theta = \frac{2v_0^2}{g} \sin \theta \cos \theta$$

運動Ⅱ 6 年次 組 番・氏名

【例題】 地面から斜め上方向に 275m/s の初速度で大砲の弾丸を打ち出した。5km 先に落下させたい。斜め上方向に何度で打ち出せばよいか求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第 2 位まで求めよ。重力加速度は 9.8m/s^2 とする。

$$L = \frac{2v_0^2}{g} \sin \theta \cos \theta \quad \text{より、角度 } \theta \text{ を求めればよい。 } g = 9.8 \text{ 重力加速度}$$

$$\text{加法定理 } \sin(A+B) = \sin A \cos B + \sin B \cos A, \quad A=B \text{ のとき } \sin 2A = 2 \sin A \cos A$$

$$2 \sin \theta \cos \theta = \sin 2\theta = \frac{Lg}{v_0^2} \quad 2\theta = \sin^{-1} \frac{Lg}{v_0^2} \quad \theta = \frac{1}{2} \sin^{-1} \frac{Lg}{v_0^2} \quad \text{で求められる。}$$

$$\theta = \frac{1}{2} \sin^{-1} \frac{5000 \times 9.8}{275^2} = 20.1930^\circ \quad (\text{または } 90 - 20.1930 = 69.807^\circ)$$

確認

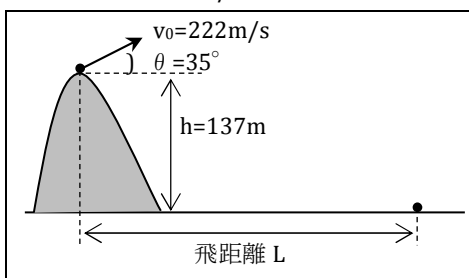
$$v_x = 275 \times \cos 20.193^\circ = 258.0972 \text{ (m/s)} \quad v_y = 275 \times \sin 20.193^\circ = 94.9255 \text{ (m/s)}$$

$$t_h = 94.9255 \div 9.8 = 9.6863 \text{ (s)} \quad t = 2 \times t_h = 19.2526 \text{ (s)} \quad s = 258.0972 \text{ (m/s)} \times 19.2526 \text{ (s)} = 4969.0421 \text{ (m)}$$

【17】 地面から斜め上方向に 27.8m/s の初速度でボールを投げ、55m 先に落下させたい。斜め上方向に何度で投げ出せばよいか求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第 2 位まで求めよ。重力加速度は 9.8m/s^2 とする。

度

【18】 図のように山頂から斜め 35 度の方向に 222m/s の初速度で大砲の弾丸を打ち出した。落下地点までの距離を求めよ。小数部がある場合は四捨五入で第 2 位まで求めよ。重力加速度は 9.8m/s^2 とする。



m