# 第十九章 電流的磁效應

## 190111 無限長直導線磁場的延伸應用

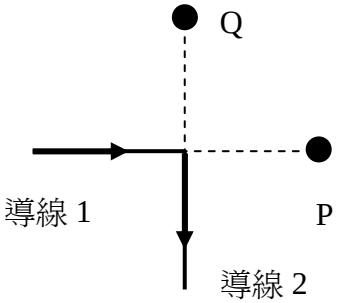
【牛刀小試】導線各帶有 I 的電流，轉折點與 P、Q 的距離爲 d，則：

① 導線 1 在 P 的磁場：0（P 在導線 1 之延長線上）

② 導線 1 在 Q 的磁場：$\frac{1}{2}\frac{\mu_0 I}{2\pi d}$(半無限長端點旁)

③ 導線 2 在 P 的磁場：$\frac{1}{2}\frac{\mu_0 I}{2\pi d}$(半無限長端點旁)

④ 導線 2 在 Q 的磁場：0（Q 在導線 2 之延長線上）




## 190203 三種受力方向的比法

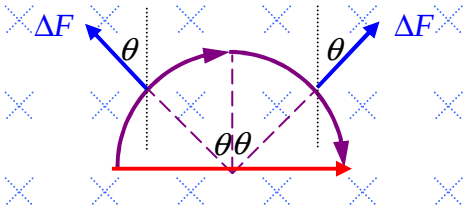
導線受力方向：

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. 穿出紙面 | 2. 穿入紙面 | 3. 穿入紙面 | 4. 穿出紙面 |
| 5. 穿出紙面 | 6. 穿出紙面 | 7. 穿入紙面 | 8.不受力 |
| 9.向上 | 10.向上 | 11.向下 | 12. 向下 |

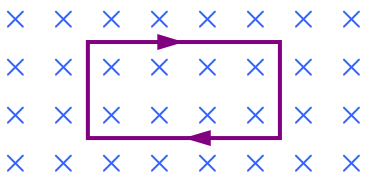
## 190211 不規則形導線在均勻磁場中的受力：

1.半圓形導線在均勻磁場中所受的力

$$F=\sum \Delta F=\sum \Delta F\cos\theta=\sum i\Delta\ell B\cos\theta$$
$$=\sum i(\underline{\Delta\ell\cos\theta})B=i\cdot 2R\cdot B$$
有效長度

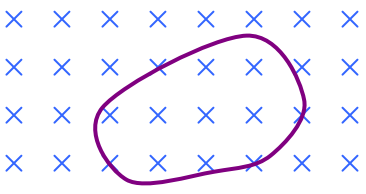



2.長方形導線在均勻磁場中的受力=0



$\sum \Delta F=0$

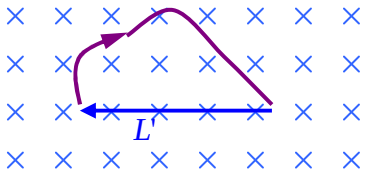
3.不規則形的封閉線圈在在均勻磁場中的受力=0



拆成無限多個長方形疊加

$\Rightarrow \sum \Delta F=0$

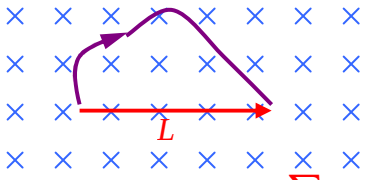
4.不規則導線在均勻磁場中的受力




加一條直導線$L'$

連接不規則導線的起點跟終點

使之形成封閉線路 $\Rightarrow$ 合力爲0




不規則導線所受合力$\sum \Delta F$

必須抵銷$L'$受力，其有效長度爲$L$

## 190213 電流天平：

❶基本原理：槓桿原理

❷目的：【測 $\mu_0$】 或 【測極小物體的質量】(Why? ∵ $\mu_0$極小 )

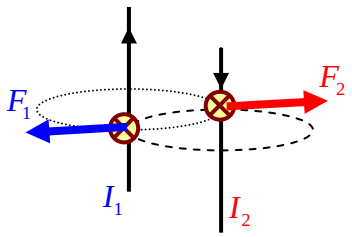
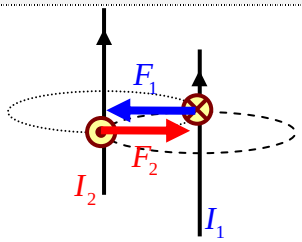
❸推導：【思考方向】：①誰建立磁場? ②誰受力? 螺線管建立磁場，導線受力

力學分析 ➡重力 = 安培力 ➡ $mg = F$

$= i_1 \ell B_2$

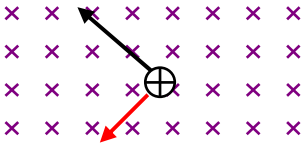
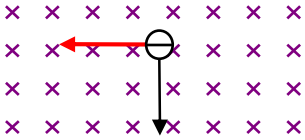
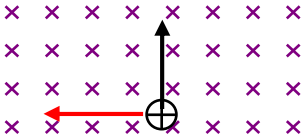
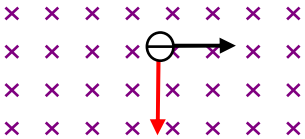
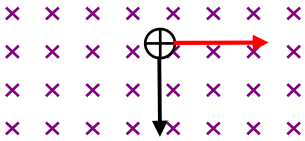
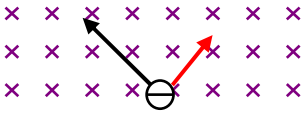
$= i_1 \ell (\mu_0 n i_2)$ **也可反求 $\mu_0$之值

## 190216 載流兩平行導線之間的作用力(安培力)

| 電流反向 | 電流同向 |
|---|---|
|  |  |
| 斥　　力 | 引　　力 |
| $F_1 = I_1 \ell B_2 = I_1 \ell (\frac{\mu_0 I_2}{2\pi d})$<br>$F_2 = I_2 \ell B_1 = I_2 \ell (\frac{\mu_0 I_1}{2\pi d})$ | $F_1 = I_1 \ell B_2 = I_1 \ell (\frac{\mu_0 I_2}{2\pi d})$<br>$F_2 = I_2 \ell B_1 = I_2 \ell (\frac{\mu_0 I_1}{2\pi d})$ |

190302

判斷電荷所受洛仁茲力之方向！

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.穿出紙面 | 2.穿入紙面 | 3.穿入紙面 | 4.不受力 | 5.穿入紙面 | 6 上 |
| 7.穿出紙面 | 8.上 | 9.穿出紙面 | 10.下 | 11.穿出紙面 | 12.下 |
| 13.  | | 14.  | | 15.  | |
| 16.  | | 17.  | | 18.  | |

190309

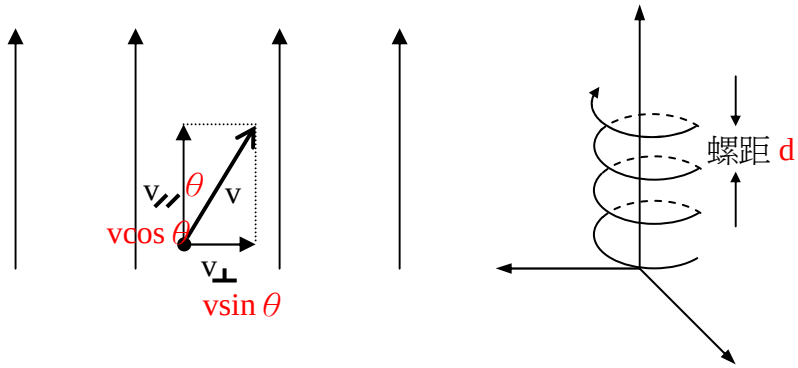
| | 物理量 | 大 小 及 關 係 |
|---|---|---|
| 1 | 向心力 | $F_c = qvB$ |
| 2 | 向心加速度 | $a_c = \frac{qvB}{m}$ |
| 3 | 半 徑 | $R = \frac{mv}{qB}$ $= \frac{P}{qB} = \frac{\sqrt{2mE_k}}{qB} = \frac{\sqrt{2m(qV)}}{qB} = \sqrt{\frac{q}{m}} \cdot \sqrt{\frac{2V}{B}}$ |
| 4 | 荷質比 | $\frac{q}{m} = \frac{v}{BR} = \frac{2V}{B^2R^2}$ |
| 5 | 動 量 | $P = qBR$ |
| 6 | 動 能 | $E_k = \frac{P^2}{2m} = \frac{q^2B^2R^2}{2m}$ |
| 7 | 週 期 | $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$ (與$v$無關) |

【半徑推導】：$qvB = m\frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$

【週期推導】：$v = \frac{\Delta \ell}{\Delta t} = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$

## 190315 速度與磁場的夾角爲 θ

| | |
|---|---|
| 物理量 | ❶螺旋半徑：<br>$R=\frac{mv_{\perp}}{qB}=\frac{mv\sin\theta}{qB}$<br>❷旋轉週期：<br>$T=\frac{2\pi m}{qB}$ （與v、$\theta$無關）<br>❸螺距：<br>$d=v_{//}\cdot T=v\cos\theta\cdot\frac{2\pi m}{qB}$ |

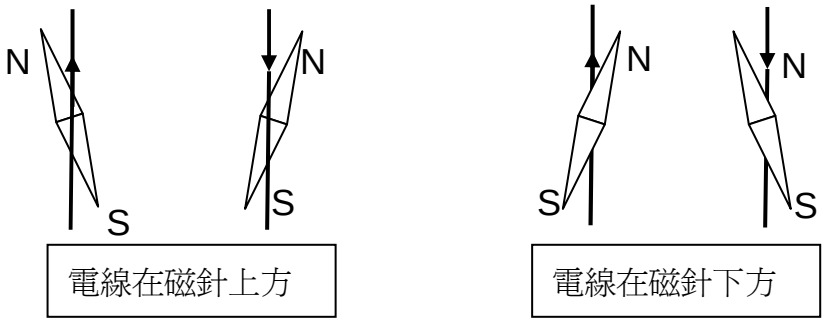


# 第十九章 詳解

範例 01：

【解析】: 以其中一支手電筒照明，取出另一支手電筒的電池，連接電線形成電流迴路。

例如：把電線放在磁針上方(如左一圖)，觀察磁針偏轉方向，若磁針逆時針偏轉，即可確定磁針的 N 極如圖。




範例 02：

【解答】:（D）

【解析】: 導線內部有磁場也有電場

範例 03：

【解答】:（B）（E）（F）

【解析】:（A）地磁赤道之磁傾角才爲零。

（C）磁力線封閉，磁力線在磁鐵內部從 S 極到 N 極

（D）靜止電荷→電場

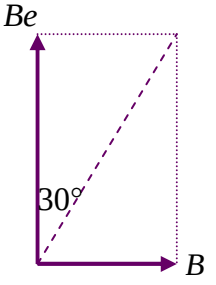
等速度運動之電荷→磁場

加速度運動之電荷→電磁波

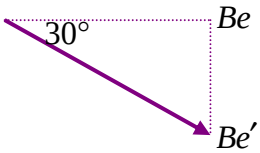
範例 04：

【解答】: (1) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (2) $\frac{2}{\sqrt{3}}$

【解析】:




(1) $\frac{B}{Be}=\frac{1}{\sqrt{3}}$




(2) $Be'=\frac{2}{\sqrt{3}}Be$

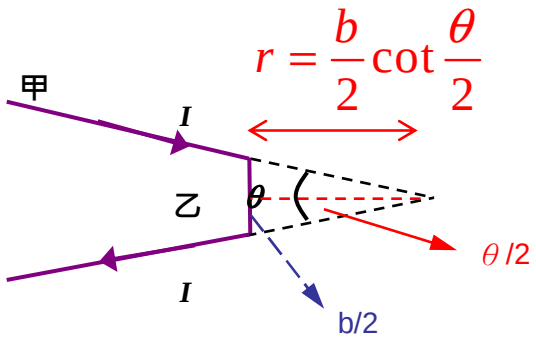
範例 05：

【解答】：（B）

【解析】：

甲、丙導線位於 P 之連線上→B＝0

$$\Delta B=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{i\Delta l\sin\theta}{r^2}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\times b\times\sin 90^0}{(\frac{b}{2}\cot\frac{\theta}{2})^2}$$




範例 06：

【解答】：（B）（C）（E）

【解析】：

$$B=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{i\Delta l\sin\theta}{r^2}\propto\frac{\sin\theta}{r^2}$$

A點、C點：

$B_A=B_C=0(\sin\theta=0)$

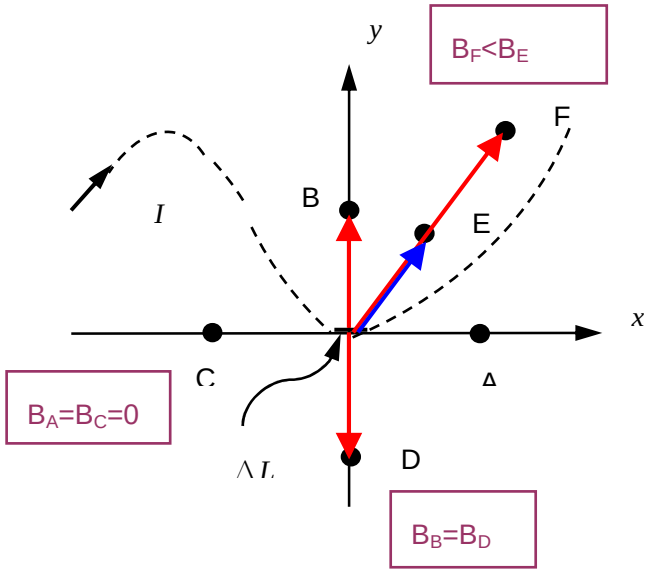
B點、D點：

r =5, $\sin\theta=1$

E點：r=5 , $\sin\theta=4/5$

F點：r=10 , $\sin\theta=4/5$

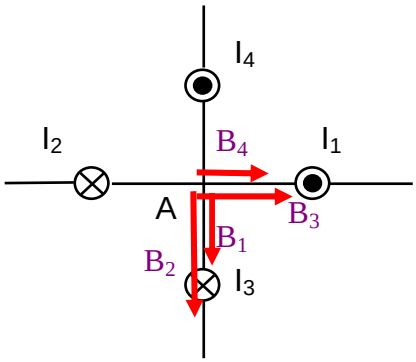
$B_A=B_C<B_F<B_E<B_B=B_D$




範例 07：

【解答】：(A)

【解析】：各電流造成的電場如右圖所示，可知 A 點磁場應向東南。

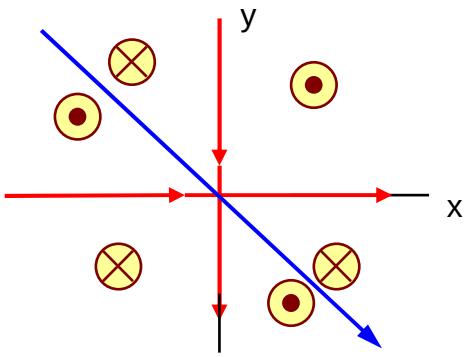



範例 08：

【解答】：x = -y

【解析】：x = -y →

軌跡爲 x+y=0 的一條直線



範例 09：

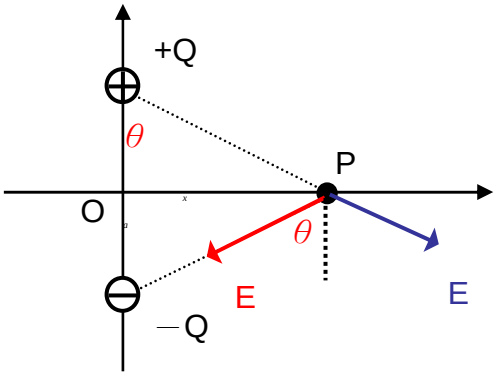
【解答】：(左上) $\dfrac{2kQ\bullet a}{\left(\sqrt{a^2+x^2}\right)^3}$ (右上) $\dfrac{2kQ\bullet x}{\left(\sqrt{a^2+x^2}\right)^3}$

(左下) $\dfrac{\mu_0 I}{\pi}\times\dfrac{a}{a^2+x^2}$ (右下) $\dfrac{\mu_0 I}{\pi}\times\dfrac{x}{a^2+x^2}$

【解析】：

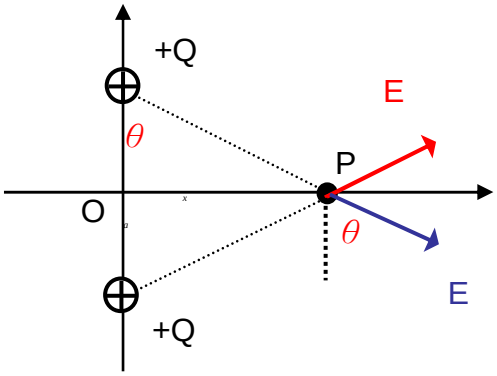
左上：$\sum E = E\cos\theta\times 2$

$\cos\theta=\dfrac{a}{\sqrt{a^2+x^2}}$

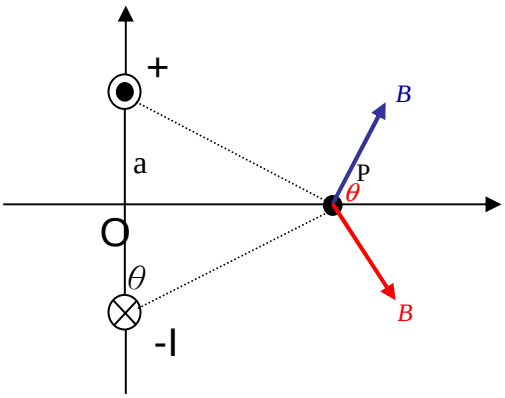



右上：$\sum E = E\sin\theta\times 2$

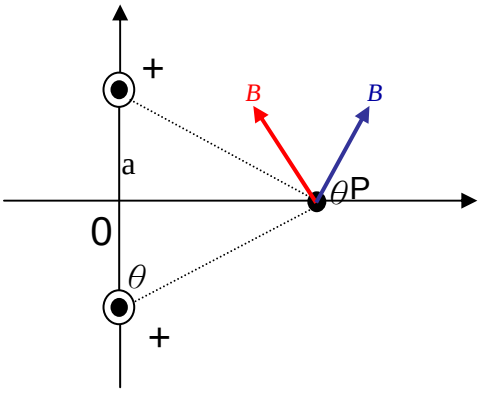
$\sin\theta=\dfrac{x}{\sqrt{a^2+x^2}}$




左下：$\sum B = B\cos\theta\times 2$




右下：$\sum B = B\sin\theta\times 2$




範例 10：

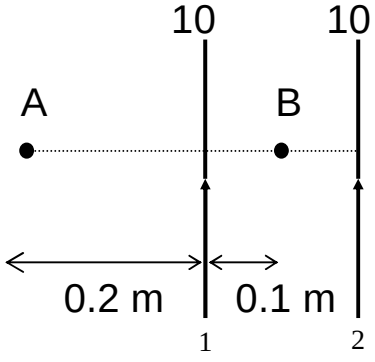
【解答】：A:1.5x10$^{-5}$ T; B:0

【解析】：$B_B=0$

$B_A=B_{1A}+B_{2A}$

$=\dfrac{4\pi\times10^{-7}\times10}{2\pi\times0.2}+\dfrac{4\pi\times10^{-7}\times10}{2\pi\times0.4}$

$=1.5\text{x}10^{-5}$ T

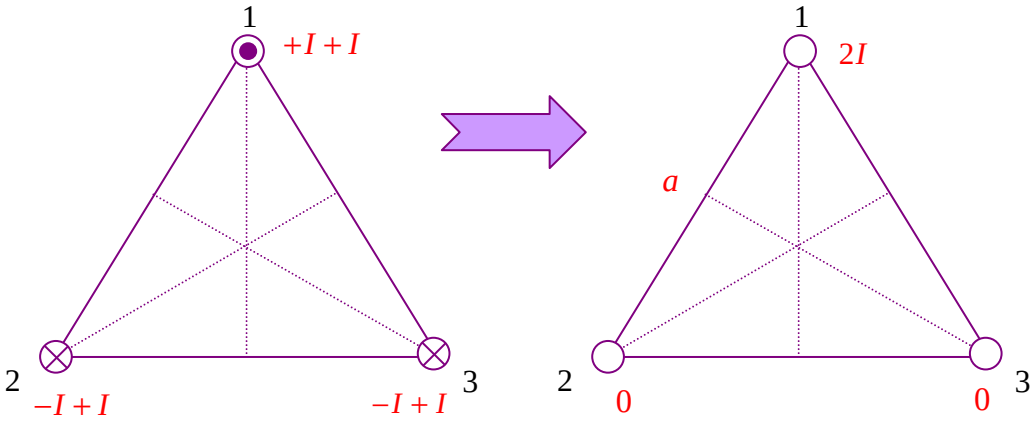


範例 11：

【解答】：$B=\dfrac{\sqrt{3}\mu_0 I}{\pi a}$

【解析】：

$$B=\frac{\mu_0(2I)}{2\pi(\frac{a}{\sqrt{3}})}$$



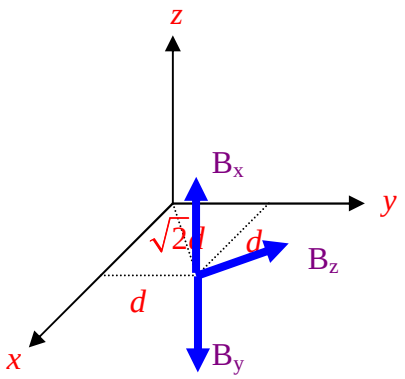

範例 12：

【解答】：$B=\dfrac{\mu_0 I}{2\sqrt{2}\pi d}$

【解析】：

$$\sum B=\not{B}_x+\not{B}_y+\frac{\mu_0 I}{2\pi(\sqrt{2}d)}$$

($B_x$與$B_y$等大反向)




範例 13：

【解析】：（略，見講義）

範例 14：

【解答】：(1) $5\times10^{-5}T$ (2) $5\sqrt{2}\times10^{-5}T$

【解析】：（1）

$$\left.\begin{aligned}B_2=B_z=\frac{\mu_0\times4}{2R}\\ B_1=B_x=\frac{\mu_0\times3}{2R}\end{aligned}\right\}\rightarrow B=\sqrt{B_1^{\,2}+B_2^{\,2}}=\frac{\mu_0\times5}{2R}=\frac{4\pi\times10^{-7}\times5}{2\times2\pi\times10^{-7}}=5\times10^{-5}T$$

（2）$B_3=B_y=\dfrac{\mu_0\times5}{2R}\Rightarrow B=\sqrt{B_1^{\,2}+B_2^{\,2}+B_3^{\,2}}=5\sqrt{2}\times10^{-5}T$

範例 15：

【解答】：(1) $\frac{\mu_0 I}{8R}$ (2) 0

【解析】：（1）下半圓：$B=\frac{1}{2}\times\frac{\mu_0(\frac{1}{2}I)}{2R}=\frac{\mu_0 I}{8R}\odot$

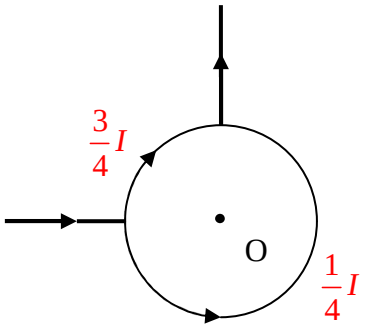
（2）B＝0

推 廣 ：

(1) 從 90°分支

1/4 圓在 O 點：$B_{1/4}=\frac{1}{4}\times\frac{\mu_0\left(\frac{3I}{4}\right)}{2R}$

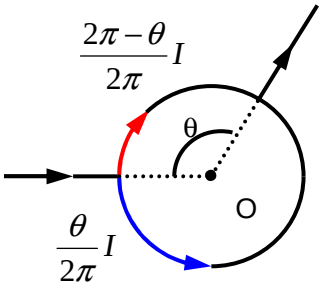
3/4 圓在 O 點：$B_{3/4}=\frac{3}{4}\times\frac{\mu_0\left(\frac{I}{4}\right)}{2R}$




(2)從 θ 分支

θ 圓弧在 O 點：$B=\frac{\theta}{2\pi}\times\frac{\mu_0(\frac{2\pi-\theta}{2\pi})I}{2R}$

(2π-θ)圓弧在 O 點：$B=\frac{2\pi-\theta}{2\pi}\times\frac{\mu_0(\frac{\theta}{2\pi})I}{2R}$




範例 16：

【解答】：1. $\frac{\mu_0 e}{2RT}$ 2. $\frac{\mu_0 Q}{2RT}$ 3. $\frac{\mu_0 Qf}{R}$

【解析】：1. $B=\frac{\mu_0 i}{2R}=\frac{\mu_0\frac{e}{T}}{2R}$

2. $B=\frac{\mu_0 i}{2R}=\frac{\mu_0\frac{Q}{T}}{2R}$

3. $dB=\frac{\mu_0 di}{2r}=\frac{\mu_0(\frac{dq}{T})}{2r}=\frac{\mu_0(\frac{\sigma\times 2\pi r\times dr}{T})}{2r}=\frac{\mu_0\sigma\pi}{T}dr$

$$B=\int_0^R dB=\frac{\mu_0\sigma\pi}{T}\int_0^R dr=\frac{\mu_0\sigma\pi R}{T}=\frac{\mu_0(\sigma\pi R^2)}{TR}=\frac{\mu_0(\frac{Q}{T})}{2(\frac{R}{2})}=\frac{\mu_0 Q}{TR}=\frac{\mu_0 Qf}{R}$$

範例 17：

【解答】：$\frac{\mu_0 i}{8a}$

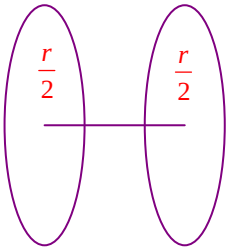
【解析】：

$$B=\frac{\mu_0 i}{2a}\times\frac{1}{4}$$

範例 18：

【解答】：(1)(略)　(2) 0

【解析】：




$$B=\frac{\mu_0 Ir^2}{2\left(\sqrt{(\frac{r}{2})^2+r^2}\right)^3}\times 2\times N=\frac{8\mu_0 NI}{\sqrt{125}r}$$

範例 19：

【解答】：1.（C）2.（B）

【解析】：$1.\frac{B_A}{B_B}=\frac{2000\times 2}{1000\times 1}=\frac{4}{1}$　　$2.\frac{B_A}{B_B}=\frac{\frac{2000}{2}\times 2}{\frac{1000}{1}\times 1}=\frac{2}{1}$

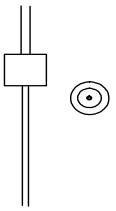
範例 20：

【解答】：$5\mu_0$

【解析】：$\oint \vec{B}\cdot d\vec{S}=\mu_0\times 5=5\mu_0$

補充：

同軸電纜（oaxial cable）

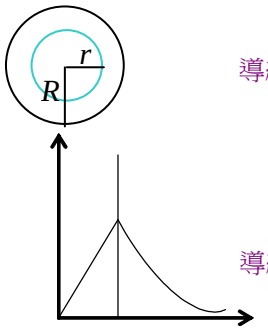


纜線外：

$B\times 2\pi r=\mu_0\times 0$

$\Rightarrow B=0$

直流導線中之磁場




導線內：

$$B\times 2\pi r=\mu_0\frac{\pi r^2}{\pi R^2}$$

$$\Rightarrow B=\frac{\mu_0 Ir}{2\pi R^2}\propto r$$

導線外：

$$B=\frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

外圓對內圈，貢獻之磁場＝0

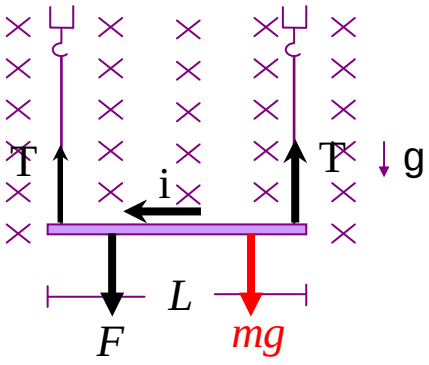
範例 21：

【解答】：(C)

【解析】：

$$2T = mg + F = mg + i\ell B$$

$$\Rightarrow i = \frac{2T - mg}{\ell B}$$




範例 22：

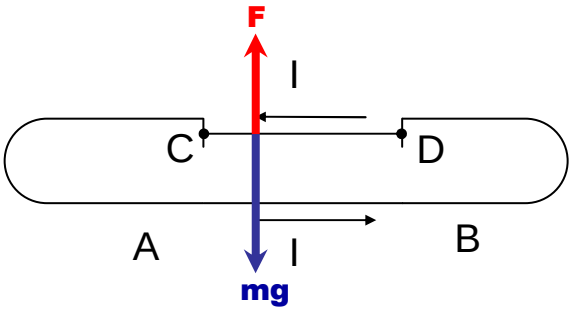
【解答】：(C)

【解析】：

$$mg = F = i\ell B = i\ell(\frac{\mu_0 i}{2\pi d})$$

$$\Rightarrow 1\times10^{-3}\times10 = 50\times1\times\frac{4\pi\times10^{-7}\times50}{2\pi d}$$

$$\therefore d = 5\times10^{-2}m = 5cm$$




範例 23：

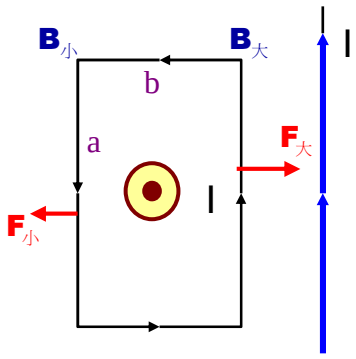
【解答】：1. (D)　2. $\frac{\mu_0 abI^2}{2\pi d(b+d)}$

【解析】：★分成兩步驟：

一是誰建立磁場;一是誰受力長直導線受之力＝矩形線圈所受之力（作用力與反作用力）

$$\sum F = F_{右} - F_{左} = I\times a\times(\frac{\mu_0 I}{2\pi d}) - I\times a\times[\frac{\mu_0 I}{2\pi(b+d)}]$$

$$= \frac{\mu_0 abI^2}{2\pi d(b+d)}$$




範例 24：

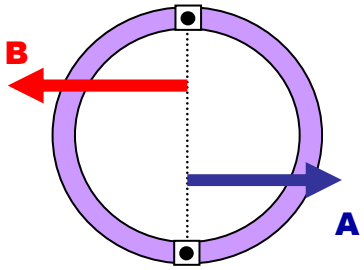
【解答】：(D)

【解析】：★不可求”導線所受之力” ∵F=∞

sol　2:

安培環路定律　$B\times2\pi r = \mu_0\times0 \Rightarrow B = 0$

類似於金屬之屏蔽效應



範例 25：

【解答】：0

【解析】：$B_{丙}=B_{甲丙}+B_{乙丙}=\otimes\frac{\mu_0(2I)}{2\pi(2d)}+\frac{\mu_0 I}{2\pi d}=0$

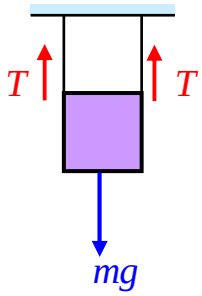
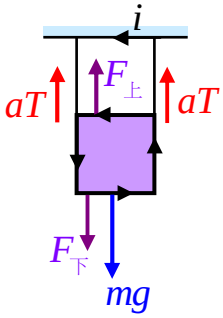
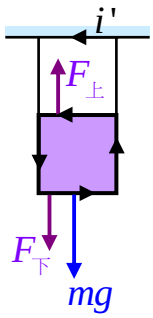
$$B_{乙}=B_{甲乙}+B_{丙乙}=\otimes\frac{\mu_0(2I)}{2\pi d}+\frac{\mu_0 I}{2\pi d}\otimes=\frac{\mu_0 3I}{2\pi d}\otimes\Rightarrow\frac{F_{乙}}{\ell}=I\frac{3\mu_0 I}{2\pi d}\otimes$$

$$\frac{F_{甲}}{\ell}=-\frac{F_{乙}}{\ell}$$

範例 26：

【解答】：（D）

【解析】：

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| (i)<br>2T=mg | (ii)<br>$2aT+I\times h\times(\frac{\mu_0 i}{2\pi h})$<br>$=mg+I\times h\times(\frac{\mu_0 i}{2\pi 2h})$ | (iii)<br>$0+I\times h\times(\frac{\mu_0 i'}{2\pi h})$<br>$=mg+I\times h\times(\frac{\mu_0 i'}{2\pi 2h})$ |

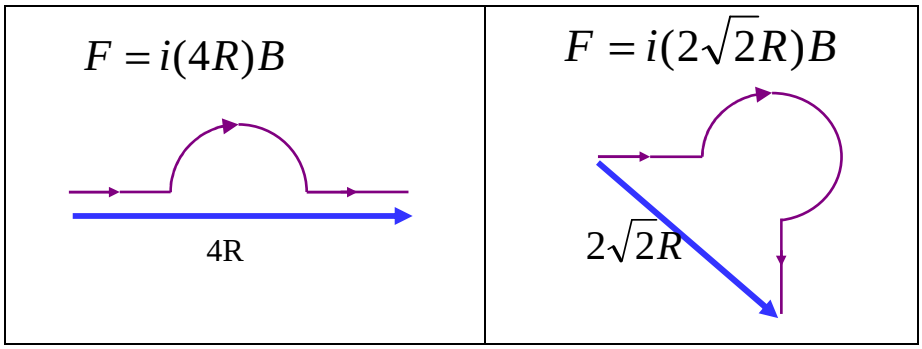
由 2T＝mg

$$\left.\begin{aligned}I\times h\times(\frac{\mu_0 i}{2\pi 2h})&=2T(1-a)\\ I\times h\times(\frac{\mu_0 i'}{2\pi 2h})&=2T\end{aligned}\right\}\Rightarrow\frac{i}{i'}=\frac{1-a}{1}$$

範例 27：

【解答】：(略，見解析)

【解析】：




範例 28：

【解答】：(略，見解析)

【解析】：跳過 0.5 之數據，直接看整數的

$mg = F = I_1\ell(\mu_0 n I_2)$

$\Rightarrow m \propto I_1$

甲之數據不成正比，0.0A 時應有 0.08g→未歸零

範例 29：

【解答】：(略，見解析)

【解析】：1.評量學生是否理解電流天平的操作原理，以及分析實驗數據的能力。

2.(20a)若將他的實驗數據作圖，以 y 軸表示小物體的質量 m，X 軸表示電流 I2 之量值，則他的實驗數據落在一直線上，但此直線不通過原點，且在 y 軸上出現負截距，這表示它的數據有系統性的誤差，故(20a)可能發生。

(20b)若安培計未歸零，而是有一正的讀數，就有可能出現系統誤差，故(20b)可能發生。 **當質量爲 0 時，安培計具有一 0.29A 之電流**

(20c)他若將螺線圈的電流 $I_2$ 之方向接反了，則電流天平不可能平衡，故(20c)不可能。

(20d)若電流天平在通電前未調整好水平，呈現略微下傾，則平衡時所需的電流 $I_2$，將大於真正所需之值。他的實驗數據可以如此解讀，故(20d)可能發生。**0.29A 爲抵消傾斜所需之力**

範例 30：

【解答】：0.2 公尺

【解析】：$F = I\ell B = I\ell(\frac{\mu_0 I}{2\pi d}) \Rightarrow \frac{F}{\ell} = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi d}$

$10^{-4} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times10^2}{2\pi d} \therefore d = 2\times10^{-1} m = 0.2m$

範例 31：

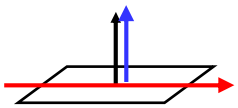
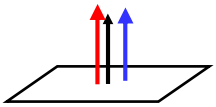
【解答】：（C）

【解析】：因星形導線相鄰兩邊之電流方向相反，故相斥而面積增大

範例 32：

【解答】：(1) 0.075 N・m　(2) 0

【解析】：

| | |
|---|---|
|  $\tau = iNAB\sin 90^0$ $=10\times1\times0.15\times0.1\times0.5$ $=0.075$ |  $\tau = iNAB\sin 0^0 = 0$ |

範例 33：

【解答】：(B)(C)

【解析】：(A)(B)：半圓 AED 導線在圓心 O 點產生的磁場爲 $B=\frac{1}{2}\times\frac{\mu_0 i}{2a}$ (穿出紙面)；半圓 BFC 在圓心 O 點產生的磁場爲 $B=\frac{1}{2}\times\frac{\mu_0 i}{2b}$ (穿入紙面)

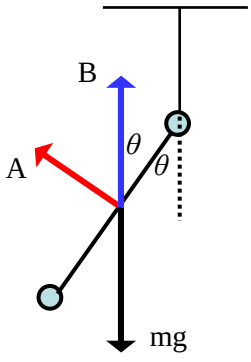
(D)封閉線圈在均勻磁場中受力爲零。

(E) $\tau=0,\ \vec{A}//\vec{B}\ ,\sin\theta=0$

範例 34：

【解答】：$\tan^{-1}\frac{2IBa}{mg}$

【解析】：$\tau_{磁}=\tau_{重}$　＊ 支點之選取（力偶矩）可任選




$\Rightarrow I\times1\times B\times A\sin(90^0-\theta)$

$=mg\times\frac{a}{2}\times\sin\theta$

$IBA\cos\theta=\frac{1}{2}mga\sin\theta$

$\therefore\tan\theta=\frac{2IBA}{mga}=\frac{2IBa^2}{mga}=\frac{2IBa}{mg}$

範例 35：

【解析】：（1）封閉線圈 $\rightarrow F=0$

（2）$\tau = iBA\sin 90^0 = 10\times B\times 1\times 1\times \frac{1}{2}\times \sin 90^0 = 5B$

（3）C 穿出。

範例 36：

【解答】：$\frac{mg}{2NB\ell}$

【解析】：重力造成順時針方向的力矩：

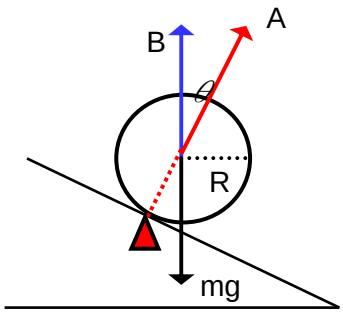
$\tau_{重} = mg(R\sin\theta)$

磁力造成逆時針方向的力矩：

$\tau_{磁} = iNBA\sin\theta$

平衡表示合力矩=0：

$iNBA\sin\theta = mg(R\sin\theta) \Rightarrow i = \frac{mgR}{NBA} = \frac{mgR}{NB2R\ell} = \frac{mg}{2NB\ell}$




範例 37：

【解答】：（A）

【解析】：β 粒子（電子）帶負電，因此受到的磁力方向向東。

範例 38：

【解答】：$0^0$ 或 $180^0$

【解析】：$\overrightarrow{F_m} = q\overrightarrow{v}\times\overrightarrow{B} \Rightarrow F_m = qvB\sin\theta$

直線運動表 $F_m = 0 \Rightarrow \sin\theta = 0$ 則 $\theta = 0°$ 或 $180°$

範例 39：

【解答】：(C)(E)

【解析】：(略，見講義)

範例 40：

【解答】：$2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

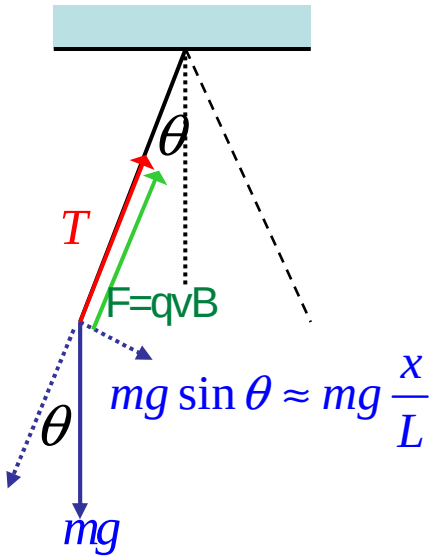
【解析】：

$$F_x \cong mg\sin\theta = mg\frac{x}{\ell}$$

$$= \frac{mg}{\ell}x = kx$$

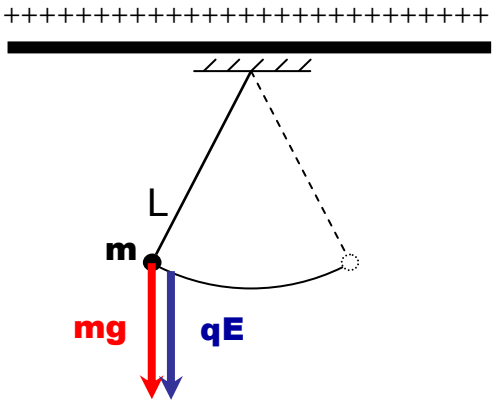
$$\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{(\frac{mg}{\ell})}}$$

$$= 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$



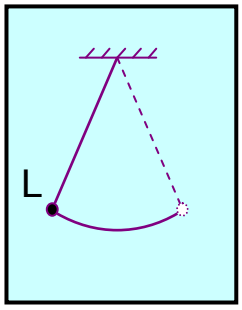

舉一反三

**1.**在電場中的電梯中




mg+qE=mg’ $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g'}}$

**2.**在等加速度的電梯中




g’=g±a

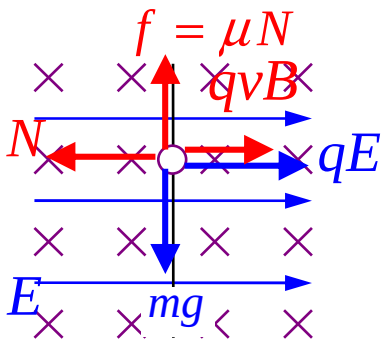
範例 41：

【解答】：(a)（見解析）(b) $\frac{mg-\mu(qE)}{m}$ (c) $\frac{mg-\mu qE}{\mu qB}$

【解析】：(a)哪些力是定力? 哪些力是變力?

1. mg↓
2. qE →
3. qvB →
4. $f_k=\mu N=\mu(qE+qvB)$↑
5. N=qE+qvB←

$f_k$、洛仁茲力、N 爲變力 ；mg、qE 爲定力




(b)向下加速度最大→向下合力最大→向上的力最小→f=μN 最小→N 最小→qvB 最小→v 最小→v=0

何時出現最大加速度？當 v＝0 時，洛仁茲力消失。

$$a=\frac{mg-f_k}{m}=\frac{mg-\mu(qE)}{m}$$

(c)向下速度愈大→qvB 愈大→N 愈大→f=μN 愈大→f 最大只會等於 mg→合力=0→達終端速度(terminal velocity)

何時出現最大速度？當∑F＝0 時，mg= $f_k$時，達終端速度。

$$mg=f_k=\mu(qE+qvB)\Rightarrow V_T=\frac{mg-\mu qE}{\mu qB}$$

範例 42：

【解答】：(C)

【解析】：$qvB=m\frac{v^2}{R}\Rightarrow R=\frac{mv}{qB}\propto v\Rightarrow E_k$ 4倍 → v2倍

範例 43：

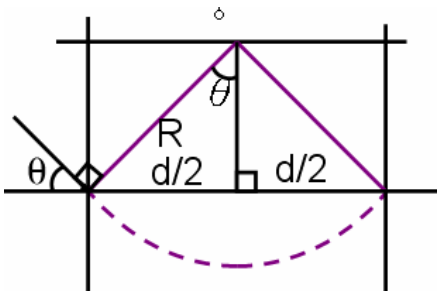
【解答】：(A)

【解析】：$R=\frac{mv}{qB}=\frac{P}{qB}=\frac{\sqrt{2mE_k}}{qB}$ $\therefore\frac{R_{輕}}{R_{重}}=\sqrt{\frac{1\times5000}{2\times400}}=2.5$

範例 44：

【解答】：1. $\frac{QBd}{2mv}$　2. $\frac{\pi m}{3QB}$

【解析】：先找 R→v ⊥ R




1. $\sin\theta = \frac{d/2}{R} = \frac{d/2}{(\frac{mv}{QB})} = \frac{QBd}{2mv}$

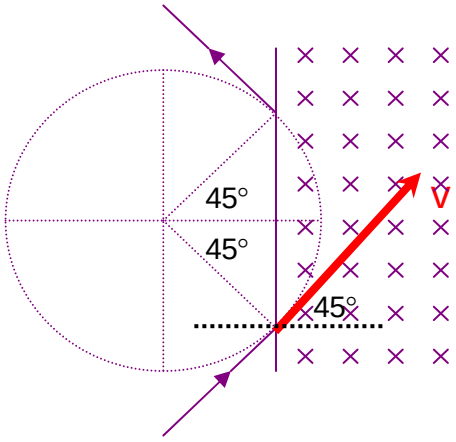
2. $t = \frac{1}{6}T = \frac{1}{6}\times\frac{2\pi m}{QB}$

範例 45：

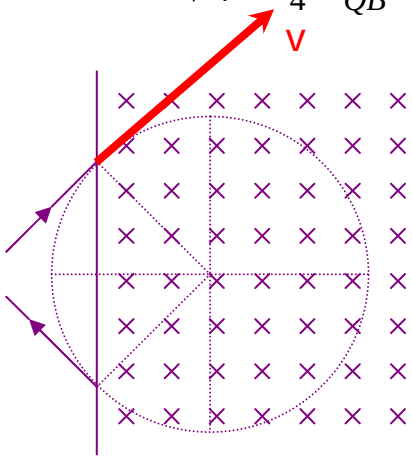
【解答】：1. $\frac{\pi m}{2QB}$　2. $\frac{3\pi m}{2QB}$

【解析】：

1. $t = \frac{1}{4}T = \frac{1}{4}\times\frac{2\pi m}{QB}$




2. $t = \frac{3}{4}T = \frac{3}{4}\times\frac{2\pi m}{QB}$



範例 46：

【解答】：(E)

【解析】：

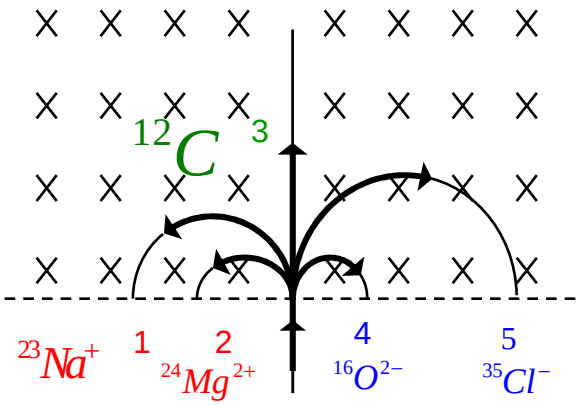
$$R=\frac{mv}{qB}\propto\frac{m}{q}$$

$$R_{Na^+}=\frac{23}{1}=23\propto R_{Mg^{+2}}=\frac{24}{2}=12$$

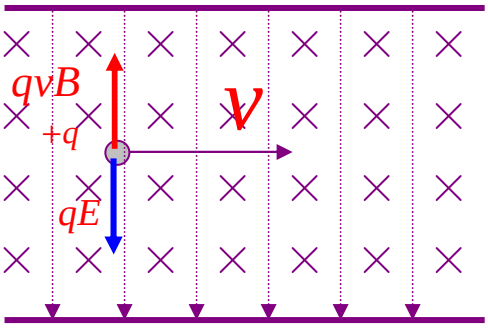
$$R_{O^{2-}}=\frac{16}{2}=8\propto R_{Cl^-}=\frac{35.5}{1}=35.5$$

帶正電的有__1、2__；帶負電的有__4、5__；不帶電的有__3__。

比較諸粒子的荷質比：$R=\frac{mv}{qB}\propto\frac{m}{q}$




【湯木生實驗：速度選擇器(velocity selector)】




$qE=qvB$(不考慮重力)

$\rightarrow v=\frac{E}{B}$(與$q$, 正負無關)

範例 47：

【解答】： 1/2

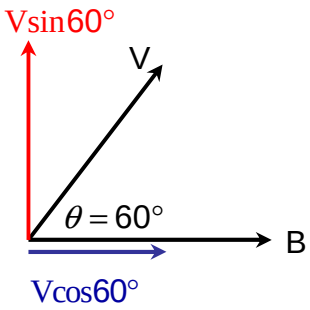
【解析】：

$$d=v_{//}T=v\cos\theta\times\frac{2\pi m}{qB}\propto\frac{m}{q}\Rightarrow\frac{dp}{d\alpha}=\frac{1/1}{4/2}=\frac{1}{2}$$

範例 48：

【解答】：(A)

【解析】：




$$R=\frac{mv_{\perp}}{qB}=\frac{mv\sin\theta}{qB}$$

$$r=\frac{mv_{\perp}}{qB}=\frac{mv\sin\theta}{qB}$$

$$d=v_{//}T=v\cos\theta\times\frac{2\pi m}{qB}$$

$$\Rightarrow\frac{r}{d}=\frac{\tan\theta}{2\pi}=\frac{\tan 60^{0}}{2\pi}=\frac{\sqrt{3}}{2\pi}$$

範例 49：

【解答】：(B)(D)(E)

【解析】：★一邊做等速率圓週運動，一邊因 E 做等加速度運動

(A) θ 角會逐漸變小

(B) $\vec{F}=q\vec{v}\times\vec{B}$

(C) 做等加速度運動

(E) $\Delta E_k=qEx\propto x$

範例 50：

【解答】：(B)(E)

【解析】：

(A)參考圖形，由右手定則判斷，可知電荷爲負。

(B) $r=\frac{mv}{qB}\Rightarrow v_{\perp}=\frac{qBr}{m}$ (C)同時有 xy 平面上之 v 分量

(E) $v^2=v_x^{\,2}+v_y^{\,2}+v_z^{\,2}\Rightarrow\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}mv_x^{\,2}+\frac{1}{2}mv_y^{\,2}+\frac{1}{2}mv_z^{\,2}$

$$z\geq\ell\ :E_k=\frac{1}{2}mv_z^{\,2}+\frac{1}{2}m(\frac{qBr}{m})^2$$

$$z<0:E_k=\frac{1}{2}mv_z^{\,2}+\frac{1}{2}m(\frac{qBr}{m})^2-qE\ell$$