

第 29 章 磁場 本章習題 解答

1. 磁場能否用來增加帶電粒子的速率？解釋一下為什麼能，或為什麼不能？

答：略

2. 一個靜止的電荷只受電場影響，而運動電荷則可以感受到磁力作用。當一根磁鐵快速通過一靜止電荷旁邊時，如圖 29.27 所示，電荷是否能經驗到任何作用力？若是，其性質如何？

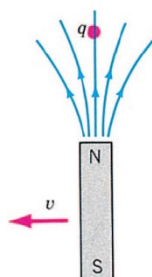


圖 29.27

答：略

3. 在某區域內，地球磁場為水平，並指向正北。若有一個電子其運動方向為(a) 向北；(b) 向東；(c) 垂直向上，則作用在電子上的力其方向為何？

答：略

4. 一個帶電粒子由一個沒有場存在的區域進入均勻磁場內，它能不能在這個場內走出一個完整的封閉路徑？

答：略

5. (I) 一質子以 3×10^7 m/s 之速率垂直於一均勻場 0.05 T 作運動，求：(a) 運動路徑之半徑；(b) 週期。

答：

(a) 依據公式 29.9 可得

$$r = mv/eB = 1.67 \times 10^{-27} \times 3 \times 10^7 / (1.6 \times 10^{-19} \times 0.05) = 6.26 \text{ m}$$

(b) 依據公式 29.10 可得

$$T = 2\pi r/v = 2 \times 3.14 \times 6.26 / 3 \times 10^7 = 1.31 \times 10^{-6} \text{ s}$$

6. (I) 一個電子其動能為 1 keV，垂直射向一 50 G 之均勻場。求：(a) 運動路徑之半徑；(b) 加速度；(c) 週期。

答：

$$\text{已知 } K = 1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{因 } K = (1/2) mv^2, \text{ 可得}$$

$$v = (2K/m)^{1/2} = (2 \times 1.6 \times 10^{-19} / 9.11 \times 10^{-31})^{1/2} = 1.874 \times 10^7 \text{ m/s}$$

(a) 依據公式 29.9 可得

$$r = mv/eB = (9.11 \times 10^{-31})(1.874 \times 10^7) / (1.6 \times 10^{-19} \times 50 \times 10^{-4}) = 2.13 \times 10^{-2} \text{ m}$$

(b) (向心) 加速度 $a = v^2/r = (1.874 \times 10^7)^2 / 2.13 \times 10^{-2} = 0.165 \times 10^{16} \text{ m/s}^2$

(c) 依據公式 29.10 可得

$$T = 2\pi m/eB = 2 \times 3.14 \times 9.11 \times 10^{-31} / (1.6 \times 10^{-19} \times 50 \times 10^{-4}) = 7.16 \times 10^{-9} \text{ s}$$

7. (I) 一質子在一半徑為 10 cm 的圓上運動，並垂直於 1.0 T 之磁場。求：(a) 線動量；(b) 動能(以 eV 表出)。

答：

(a) 依據公式 29.9 可得

$$p = mv = qrB = 1.6 \times 10^{-19} \times 0.1 \times 1 = 1.6 \times 10^{-20} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

(b) $K = p^2/2m = (1.6 \times 10^{-20})^2 / (2 \times 1.67 \times 10^{-27}) = 7.66 \times 10^{-14} \text{ J}$
 $= (7.66 \times 10^{-14}) / (1.6 \times 10^{-19}) \text{ eV} = 4.8 \times 10^5 \text{ eV}$

8. (I) 有一電荷 $q = 1 \mu\text{C}$ ，在 $\mathbf{B} = 500\mathbf{j} \text{ G}$ 之均勻場內以 10^6 m/s 之速率移動著。試就圖 29.28 所示之三個(速度的)方向，各別求出作用在電荷上的力。(利用 $\mathbf{i}$ 、 $\mathbf{j}$ 、 $\mathbf{k}$ 這些記號)

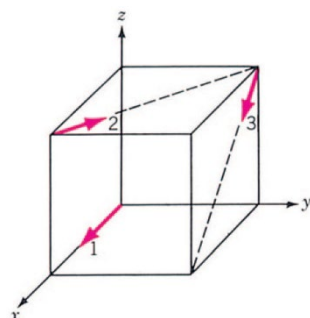


圖 29.28

答：

$$\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}, \quad q = 1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$$

$$\mathbf{B} = 500\mathbf{j} \text{ G} = 0.05\mathbf{j} \text{ T} \quad (1 \text{ Tesla} = 10^4 \text{ Gauss})$$

$$\mathbf{v}_1 = 10^6 \mathbf{i} \text{ m/s}, \quad \mathbf{F}_1 = 0.05\mathbf{k} \text{ N}$$

$$\mathbf{v}_2 = \frac{10^6}{\sqrt{2}}(\mathbf{i} + \mathbf{j}) \text{ m/s}, \quad \mathbf{F}_2 = -0.035\mathbf{k} \text{ N}$$

$$\mathbf{v}_3 = \frac{10^6}{\sqrt{2}}(\mathbf{i} - \mathbf{k}) \text{ m/s}, \quad \mathbf{F}_3 = 0.035(\mathbf{i} + \mathbf{k}) \text{ N}$$

9. (I) 當一個正電荷在 xy 平面內移動著，且與 $+x$ 軸夾 30° 角時，它所經驗到的力是在 $+z$ 的方向上。當它以相同的速率沿 $+y$ 軸移動時，力的方向是沿 $-z$

軸，且與前述的力大小相等。求磁場的方向。

答：

由於正電荷的力沿著 z 軸，我們推論 $B_z = 0$ 。

由於正電荷的力具有相同的大小和相反的方向，因此場必須指向 $\mathbf{v}_1$ 與 $\mathbf{v}_2$ 的中間方向， $\mathbf{B}$ 指向與 $+y$ 軸成 30° 的方向。

10. (I) 一個電子在磁場 $\mathbf{B} = -1.2\mathbf{k}$ T 內其所經受的力為 $\mathbf{F} = (-2\mathbf{i} + 6\mathbf{j}) \times 10^{-13}$ N，若已知此電子之 $v_z = 0$ ，求其速度。

答：

由 $\mathbf{F} = (-2\mathbf{i} + 6\mathbf{j}) \times 10^{-13} = (-e)(v_x\mathbf{i} + v_y\mathbf{j}) \times (-1.2\mathbf{k})$ ，

可求出 $\mathbf{v} = (-3.13 \times 10^6 \mathbf{i} - 1.04 \times 10^6 \mathbf{j})$ m/s

11. (I) 圖 29.29 所示之載流三角形迴路，其所處之均勻磁場為 $\mathbf{B}_1 = -B_1\mathbf{k}$ 。則迴路諸邊所受的力各為何？

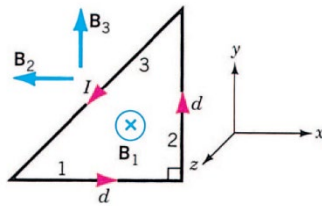


圖 29.29

答：

水平邊所受磁力： $\mathbf{F}_1 = IdB_1\mathbf{j}$

垂直邊所受磁力： $\mathbf{F}_2 = -IdB_1\mathbf{i}$

斜邊所受的磁力： $\mathbf{F}_3 = IdB_1(\mathbf{i} - \mathbf{j})$

12. 一電子其速度為 $\mathbf{v} = 10^6\mathbf{j}$ m/s，所在之磁場 $\mathbf{B} = 500\mathbf{k}$ G，如圖 29.30。求作用在該電子上的力。

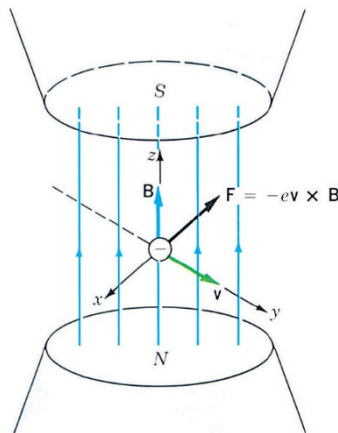


圖 29.30

答：

$$\mathbf{F} = q\mathbf{v} \times \mathbf{B} = (-1.6 \times 10^{-19}) \times 10^6 \times (5 \times 10^{-2}) = -8 \times 10^{-15} \text{ N}$$

13. (I) 若圖 29.29 所示之載流三角形迴路是處在均勻磁場 $\mathbf{B}_2 = -B_2 \mathbf{i}$ 內，則迴路各邊所受的力為何？

答：

水平邊所受磁力： $\mathbf{F}_1 = 0$ (因電流方向與磁場平行)

垂直邊所受磁力： $\mathbf{F}_2 = IdB_2 \mathbf{k}$

斜邊所受的磁力： $\mathbf{F}_3 = -IdB_2 \mathbf{k}$

14. (I) 若圖 29.29 所示之載流三角形迴路其所在之均勻磁場為 $\mathbf{B}_3 = +B_3 \mathbf{j}$ ，求迴路各邊之作用力。

答：

水平邊所受磁力： $\mathbf{F}_1 = IdB_3 \mathbf{k}$

垂直邊所受磁力： $\mathbf{F}_2 = 0$ (因電流方向與磁場平行)

斜邊所受的磁力： $\mathbf{F}_3 = -IdB_3 \mathbf{k}$

15. (II) 一根棒子長 $\ell = 15 \text{ cm}$ 、質量 $m = 30 \text{ g}$ ，橫在水平傾角為 37° 的平面上，見圖 29.31。電流乃是經由可忽略之輕線進入、流出此棒。則什麼樣的電流(大小、方向)會令此棒平衡在磁場 $\mathbf{B} = 0.25 \mathbf{j} \text{ T}$ 內？

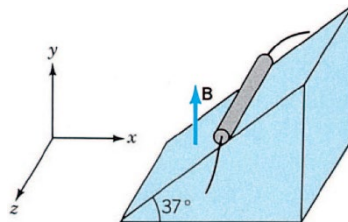


圖 29.31

答：

電流沿著 $-z$ 方向，磁力沿著 $+x$ 方向

故沿斜面相等的力分量，且 $mg \sin \theta = I \ell B \cos \theta \rightarrow I = mg \tan \theta / LB = 5.9 \text{ A}$

16. (I) 45 cm 之長直導線載流 6 A，電流方向為沿 $+z$ 軸。此線經驗到一 0.05 N 之作用力、方向為 $-x$ 。若已知磁場的方向為(a) 垂直於導線；(b) 與 $+z$ 軸夾 30° 角，求此磁場。

答：

(a) $\mathbf{F} = I\ell \times \mathbf{B} \rightarrow \mathbf{B} = \mathbf{F}/I\ell = 0.05/(6 \times 0.45) = 1.85 \times 10^{-2} \mathbf{j} \text{ T}$

(b) $F = I\ell B \sin 30^\circ \rightarrow B = F/I\ell \sin 30^\circ = 0.05/(6 \times 0.45 \times 0.5) = 3.70 \times 10^{-2} \text{ T}$

(在 yz 平面，與 $+z$ 軸成 30°)

$$\rightarrow \mathbf{B} = (B \sin 30^\circ \mathbf{j} + B \cos 30^\circ \mathbf{k}) = (1.85 \times 10^{-2} \mathbf{j} + 3.20 \times 10^{-2} \mathbf{k}) \text{ T}$$

17. (I) 一長直導線位在一想像中之立方體(邊長 $a = 20\text{ cm}$) 的對角線上，載流 5 A (見圖 29.32)。求來自均勻磁場 $\mathbf{B} = 0.6\mathbf{j}\text{ T}$ 的作用力

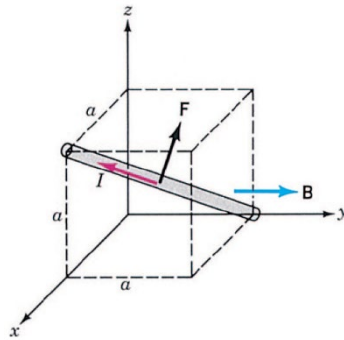


圖 29.32

答：

為了要使用 29.4 式($\mathbf{F} = I\boldsymbol{\ell} \times \mathbf{B}$)，須求 $\boldsymbol{\ell}$ 跟 $\mathbf{B}$ 的夾角。我們運用單位向量的記號來避開這項繁節，由圖 29.11 可看出：

$$\boldsymbol{\ell} = a\mathbf{i} - a\mathbf{j} + a\mathbf{k}$$

故磁力為：

$$\mathbf{F} = I\boldsymbol{\ell} \times \mathbf{B} = IaB(\mathbf{i} - \mathbf{j} + \mathbf{k}) \times (\mathbf{j}) = IaB(-\mathbf{i} + \mathbf{k})$$

此力位在 xz 平面上，大小為

$$F = \sqrt{2}IaB = 0.85\text{ N}$$

18. (I) 一矩形迴路共有 25 匝，邊長為 $a = 2\text{ cm}$ 、 $c = 5\text{ cm}$ ，如圖 29.33 所示。

如果外部磁場大小為 0.3 T ，方向為(a) 與迴路平面平行($\mathbf{B}_1$)；(b) 與迴路平面垂直($\mathbf{B}_2$)，則諸邊之作用力及整個迴路之轉矩各為何？取 $I = 8\text{ A}$ 。

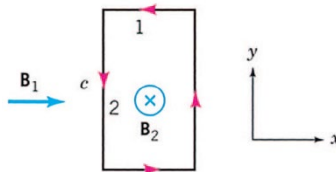


圖 29.33

答：

(a) 矩形電路”上邊”： $\mathbf{F}_1 = 0$ (因電流方向與磁場平行)

矩形電路”下邊”： $\mathbf{F}_3 = 0$ (因電流方向與磁場平行)

矩形電路”左邊”： $\mathbf{F}_2 = N I c B \mathbf{k} = 25 \times 8 \times 0.05 \times 0.3 \mathbf{k} = 3\mathbf{k}\text{ N}$

矩形電路”右邊”： $\mathbf{F}_4 = -N I c B \mathbf{k} = -25 \times 8 \times 0.05 \times 0.3 \mathbf{k} = -3\mathbf{k}\text{ N}$

$$\boldsymbol{\tau} = |\mathbf{r} \times \mathbf{F}_2| + |\mathbf{r} \times \mathbf{F}_4| = |(a/2) \mathbf{F}_2| + |(a/2) \mathbf{F}_4|$$

$$= 0.01 \times 3 + 0.01 \times 3 = 0.06\mathbf{j}\text{ N} \cdot \text{m}$$

(b) 矩形電路”上邊”： $\mathbf{F}_1 = -N I a B \mathbf{j} = -1.2\mathbf{j}\text{ N}$

矩形電路”下邊”： $\mathbf{F}_3 = N I a B \mathbf{j} = 1.2\mathbf{j}\text{ N}$

矩形電路”左邊”： $\mathbf{F}_2 = NlcB \mathbf{i} = 3\mathbf{i} \text{ N}$

矩形電路”右邊”： $\mathbf{F}_4 = -NlcB \mathbf{i} = -3\mathbf{i} \text{ N}$

$$\tau = 0$$

19. (II) 一矩形線圈共 16 匝，邊長為 $a = 20 \text{ cm}$ 、 $c = 50 \text{ cm}$ 。若線圈繞 z 軸旋轉，且一開始其整個面與磁場 $\mathbf{B} = 0.5\mathbf{i} \text{ T}$ 夾 30° 角，如圖 29.34 所示。(a) 求各邊之作用力；(b) 整個線圈之磁矩為何？(c) 線圈所受之轉矩為何？取 $I = 10 \text{ A}$ 。

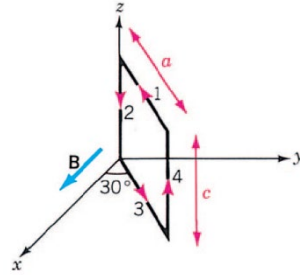


圖 29.34

答：

- (a) 已知 $\mathbf{B} = 0.5\mathbf{i} \text{ T}$ ， $N = 16$ ， $I = 10 \text{ A}$ ， $a = 0.2 \text{ m}$ ， $c = 0.5 \text{ m}$

由 L_1 ： $\mathbf{F}_1 = NlaB \sin 30^\circ \mathbf{k} = 8\mathbf{k} \text{ N}$

由 L_3 ： $\mathbf{F}_3 = -NlaB \sin 30^\circ \mathbf{k} = -8\mathbf{k} \text{ N}$

由 L_2 ： $\mathbf{F}_2 = -NlcB \mathbf{j} = -40\mathbf{j} \text{ N}$

由 L_4 ： $\mathbf{F}_4 = NlcB \mathbf{j} = 40\mathbf{j} \text{ N}$

(b) $\mu = Nlac (\cos 60^\circ \mathbf{i} - \sin 60^\circ \mathbf{j}) = 8\mathbf{i} - 13.8\mathbf{j} \text{ A} \cdot \text{m}^2$

(c) $\tau = \mu B \sin 60^\circ \mathbf{k} = (8^2 + 13.88^2)^{1/2} \times 0.5 \times 0.87 \mathbf{k} = 6.93\mathbf{k} \text{ N} \cdot \text{m}$

20. (II) 一馬達其電樞(armature) 有 8 個方形線圈，邊長俱為 10 cm ，且它們都與大小為 0.2 T 之徑向磁場相垂直，如圖 29.35 所示。若電流為 10 A ，求：(a) 所產生的轉矩；(b) 在 1200 rpm 下之(力學) 輸出功率。

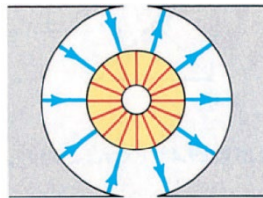


圖 29.35

答：

- (a) 已知 $N = 8$ ， $I = 10 \text{ A}$ ，線圈邊長 $a = 0.1 \text{ m}$ ， $B = 0.2 \text{ T}$

$\rightarrow \tau = NIAB = 8 \times 10 \times 0.1^2 \times 0.2 = 0.16 \text{ N} \cdot \text{m}$

- (b) 已知 $f = 1200 \text{ rpm} = 1200/60 = 20 \text{ rps} \rightarrow \omega = 2\pi f = 40\pi \text{ rad/s}$

$\rightarrow P = \tau\omega = \tau(40\pi) = 0.16 (40 \times 3.14) = 20.1 \text{ W}$

21. (I) 試就圖 29.29 之三角形電流迴路求：(a) 磁矩；(b) 在磁場 $\mathbf{B} = -B\mathbf{i}$ 內的轉矩。

答：

(a) $\mu = NIA \mathbf{k} = 1 \times I \times (d^2/2) \mathbf{k} = 0.5Id^2 \mathbf{k}$

(b) $\tau = \mu \times \mathbf{B} = -0.5Id^2B \mathbf{j}$

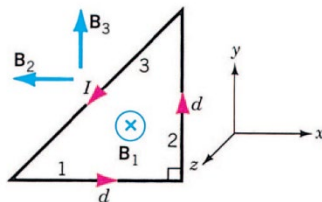


圖 29.29

22. (I) 一檢流計具有一個 20 匝之方形線圈—邊長 2 cm。當它垂懸於一徑向磁場 ($B = 400 \text{ G}$) 內時，會對 2 mA 之電流產生 30° 的偏轉。求懸線的扭轉常數 (torsional constant)。

答：

已知 $N = 20$ ， $I = 2 \times 10^{-3} \text{ A}$ ，線圈邊長 $a = 0.02 \text{ m}$ ， $B = 400 \text{ G} = 0.04 \text{ T}$

$\Phi = (30^\circ/180^\circ) \times \pi = \pi/6 \text{ rad}$

故 $\kappa = NIAB/\Phi = 20 \times 2 \times 10^{-3} \times 0.02^2 \times 0.04 / (\pi/6) = 1.22 \times 10^{-6} \text{ N} \cdot \text{m/rad}$

23. (I) 一檢流計具有 200 匝之方形線圈、邊長 2.5 cm。徑向磁場強度為 500 G，並與方形的直立邊相垂直。若垂懸線的扭轉常數為 $2 \times 10^{-8} \text{ N} \cdot \text{m/deg}$ (亦即：牛頓·公尺/度)，求：由 $10 \mu\text{A}$ 之電流所造成的偏轉角度。

答：

已知 $N = 200$ ， $I = 10 \times 10^{-6} \text{ A}$ ，線圈邊長 $a = 0.025 \text{ m}$ ， $B = 500 \text{ G} = 0.05 \text{ T}$

$\kappa = 2 \times 10^{-8} \text{ N} \cdot \text{m/deg}$

故 $\Phi = NIAB/\kappa = 200 \times 10 \times 10^{-6} \times 0.025^2 \times 0.05 / (2 \times 10^{-8}) = 3.13^\circ$

24. (I) 一質子位在一個半徑 20 cm、垂直於 0.8 T 之磁場的圓形軌道上，求：(a) 速率；(b) 週期；(c) 動能。

答：

(a) 已知： $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ， $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ， $r = 0.2 \text{ m}$ ， $B = 0.8 \text{ T}$

可求得 $v = qrB/m = 1.6 \times 10^{-19} \times 0.2 \times 0.8 / 1.67 \times 10^{-27} = 1.53 \times 10^7 \text{ m/s}$

(b) $T = 2\pi r/v = 2 \times 3.14 \times 0.2 / 1.53 \times 10^7 = 8.2 \times 10^{-8} \text{ s}$

(c) $K = (1/2)mv^2 = (1/2) \times 1.67 \times 10^{-27} \times (1.53 \times 10^7)^2 = 1.95 \times 10^{-13} \text{ J}$

25. (I) 若氫原子內的電子其軌道角動量為 $2.11 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$ ，則電子在此軌

道運動的磁矩為何？

答：

已知： $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ， $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ， $L = 2.11 \times 10^{-34} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$

依據例題 29.5(b)的結果：

$$\mu = eL/2m = 1.6 \times 10^{-19} \times 2.11 \times 10^{-34} / (2 \times 9.11 \times 10^{-31}) = 1.85 \times 10^{-23} \text{ A} \cdot \text{m}^2$$

26. (I) 設一電子跟一質子兩者均垂直於同一均勻磁場作運動，若它們具有相同的(a) 速率；(b) 動能，求它們的軌道半徑比。

答：

(a) 依據公式： $r = mv/qB$ ，當 q ， v 與 B 不變時，則 r 與 m 成正比

$$r_e/r_p = m_e/m_p = 9.11 \times 10^{-31} / 1.67 \times 10^{-27} = 5.45 \times 10^{-4}$$

(b) 依據公式： $K = p^2/2m = (mv)^2/2m = (qrB)^2/2m$

當 K ， q 與 B 不變時，則 r^2 與 m 成正比，故 r 與 $m^{1/2}$ 成正比

$$\text{故 } r_e/r_p = (m_e/m_p)^{1/2} = (9.11 \times 10^{-31} / 1.67 \times 10^{-27})^{1/2} = 2.33 \times 10^{-2}$$

27. (I) 一電子以 $4 \times 10^6 \text{ m/s}$ 之速率運動，進入一均勻場 $B = 0.04 \text{ T}$ ，且與場線夾 30° 角。求螺旋路徑之螺距。

答：

已知： $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ， $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ， $B = 0.04 \text{ T}$ ， $v = 4 \times 10^6 \text{ m/s}$

可求得 $d = T(v \cos 30^\circ) = (2\pi m/qB)(v \cos 30^\circ)$

$$= (2 \times 3.14 \times 9.11 \times 10^{-31} / 1.6 \times 10^{-19} \times 0.04)(4 \times 10^6 \times 0.866) = 3.1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

28. (I) 一 α 粒子質量 $6.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ，荷電量 $2e$ ，它被一個 14 kV 之電壓由靜止開始加速，並進入一 0.6 T 之均勻磁場內(且與場線垂直)。求運動路徑之半徑。

答：

已知： $m = 6.7 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ， $q = 2e = 3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$ ， $B = 0.6 \text{ T}$ ， $V = 14 \times 10^3 \text{ V}$

依據 $K = U_e \rightarrow (1/2)mv^2 = qV \rightarrow v = (2qV/m)^{1/2} = 1.16 \times 10^6 \text{ m/s}$

可求得 $r = mv/qB = 6.7 \times 10^{-27} \times 1.16 \times 10^6 / 3.2 \times 10^{-19} \times 0.6 = 0.0404 \text{ m}$

29. (I) 對於一載流 I 、長度已知之導線，要產生最大磁矩，應令其彎成多少圈。

答：

依據 $\mu = NIA$ ，其中 $A = \pi r^2 = \pi \left(\frac{L}{2\pi N} \right)^2$

$$\text{故 } \mu = NIA = NI(\pi L^2 / 4\pi^2 N^2) = IL / 4\pi N \rightarrow \mu \propto \frac{1}{N}$$

$\therefore$ 當 $N=1$ 時，磁矩 μ 最大

30. (I) 一金屬棒質量 10 g、長 8 cm，用兩條彈簧懸吊著，如圖 29.36 所示，彈簧伸長了 4 cm。當電流 20 A 流過此棒時，它會上升 1 cm。求磁場。

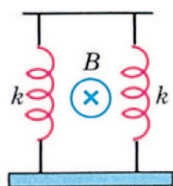


圖 29.36

答：

已知： $m = 0.01 \text{ kg}$ ， $x_0 = 0.04 \text{ m}$ ， $I = 20 \text{ A}$ ， $L = 0.08 \text{ m}$

金屬棒未通電前： $mg = 2kx_0 \rightarrow 0.01 \times 9.8 = 2 \times 0.04k \rightarrow k = 1.23 \text{ N/m}$

金屬棒通上電後： $mg = 2k(x_0 - 0.01) + ILB$

$$\rightarrow 0.01 \times 9.8 = 2 \times 1.23 \times (0.04 - 0.01) + 20 \times 0.08B$$

$$\rightarrow B = 1.51 \times 10^{-2} \text{ T}$$

31. 圖 29.37 所示之 A. J. Dempster 的質譜儀裡，某元素的兩個同位素其質量各為 m_1 、 m_2 ，被一電位差 V (由靜止開始) 所加速。之後，它們進入一均勻磁場內，且與磁場垂直。試求此二者之行進路徑的半徑比。

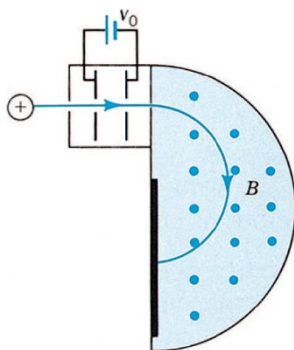


圖 29.37

答：

粒子動能為 $\frac{1}{2}mv^2 = qV$ ，故

$$v = \sqrt{\frac{2qV}{m}} \dots\dots\dots(1)$$

由 29.9 式知，在磁場內

$$v = qrB/m \dots\dots\dots(2)$$

故將(1)、(2)式聯結起來，便得到半徑為：

$$r = \sqrt{\frac{2mV}{qB^2}}$$

所以，如果 q 相同，則 $r_1 / r_2 = \sqrt{m_1 / m_2}$ 。

實際上，我們是將半徑固定住而調整加速電壓。這種方法可以用來分離或收集某種特殊的同位素——例如，放射性 C-14 (而非含量較豐的 C-12)。