

前 言

研習理工的同學，都有一種認識，那就是：一本書的習題往往是該書的精華所在，藉着習題的印證，才能對書中的原理原則澈底的吸收與瞭解。

有鑒於此，曉園出版社特地聘請了許多在本科上具有相當研究與成就的人士，精心出版了一系列的題解叢書，為各該科目的研習，作一番介紹與鋪路的工作。

一個問題的解答方法，常因思惟的角度而異。曉園題解叢書，毫無疑問的都是經過一番精微的思考與分析而得。其目的在提供對各該科目研讀時的參考與比較；而對於一般的自修者，則有啓發與提示的作用。希望讀者能藉着這一系列題解叢書的幫助，而在本身的學問進程上有更上層樓的成就。

内 容 简 介

本书是 R.C.希伯勒著《Engineering Methanica》一书的动力篇部分的问题详解。

工 程 力 学 问 题 详 解

(动力篇)

R.C 希伯勒 原著

陈展恒 译著

晓 园 出 版 社 出 版

世界图书出版公司北京分公司重印

(北京朝阳门内大街 137 号)

北 京 中 西 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1992 年 4 月 重印 开本 850×1168 1/32
1992 年 4 月第一次印刷 印张 14.75

印数: 0,001—2,050

ISBN: 7-5062-1162·9/O·20

定价: 11.30 元

世界图书出版公司通过中华版权代理公司

购得重印权 限国内发行

Hibbeler 工程力學問題詳解 (動力篇)

(目 錄)

第十二章	質點運動學.....	1
第十三章	質點動力學：力與加速度.....	75
第十四章	質點動力學：功與能.....	127
第十五章	質點動力學：衝量與動量.....	151
第十六章	剛體的平面運動學.....	197
第十七章	剛體的平面動力學.....	253
第十八章	剛體的平面動力學：功與能.....	311
第十九章	剛體的平面動力學：衝量及動量.....	333
第二十章	剛體之空間運動學.....	359
第二十一章	剛體之空間動力學.....	383
第二十二章	振 動.....	429

第十二章 質點運動學

- 12.1 當一車由靜止移動150m後，達到85 km/h 的速率，試求其平均加速度。

解 $v^2 = v_1^2 + 2a(s - s_1) \quad (85 \text{ km/h} = 23.61 \text{ m/s})$
 $(23.61)^2 = 2a(150)$
 $a = 1.858 \text{ m/s}^2$

- 12.2 一車正以80 ft/s 的定速行進，突然間，駕駛員踩下剎車，而使車產生10 ft/s² 的定減速度，問車子須時多久才可能停止，而其所移動的距離為何？

解 $v = v_1 + at$
 $0 = 80 + (-10)t$
 $t = 8 \text{ s}$
 $s = 80t + \frac{1}{2}(-10)t^2$
 $s = 320 \text{ ft}$

- 12.3 一飛彈垂直向上發射，當 t 的單位為 s 時，其高度為 $s = (2t^3 + 5t^2 + 14t) \text{ ft}$ ，試問 $t = 5 \text{ s}$ 時，其位置、速度及加速度各為何？

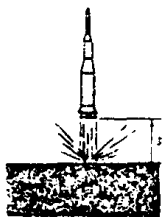


圖 12.3

解 $v = \frac{ds}{dt} = 6t^2 + 10t + 14$
 $v_5 = 214 \text{ ft/s}$
 $a = \frac{dv}{dt} = 12t + 10$
 $a_5 = 70 \text{ ft/s}^2, \quad s_5 = 445 \text{ ft}$

- 12.4 一質點沿著直線向下穿過一流體介質，其速度為 $v = (2t) \text{ m/s}$ ，其中 t 的單位為秒。假設質點由 $s = 0$ 處開始移動，試求 $t = 3 \text{ s}$ 時，質點之位置。

$$\text{圖} \quad \int_0^3 ds = \int_0^3 2t dt$$

$$s = t^2 \Big|_0^3 = 9 \text{ m}$$

- 12.5 若一質點以 12 ft/s 之初速向右，且其加速度為 2 ft/s^2 向左，假設 $s_0 = 0$ ，試決定當 $t = 10 \text{ s}$ 時質點之位置。

圖 定坐標系統為向右為正

$$\text{則 } a = -2 \text{ ft/s}^2 \quad v_0 = 12 \text{ ft/s}$$

$$\begin{aligned} s &= s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \\ &= 0 + (12)(10) + \frac{1}{2}(-2)(10)^2 \\ &= 20 \text{ ft (原點之右)} \end{aligned}$$

- 12.6 一質點沿一直線運動，當時間以秒度量時，其位置 $s = (9t^2 + 15) \text{ ft}$
- 例 12.5** 試問：(a) 在 $t = 1 \text{ s}$ 到 $t = 4 \text{ s}$ 間的位移；(b) 此時間的平均速度；(c) $t = 1 \text{ s}$ 時的加速度。

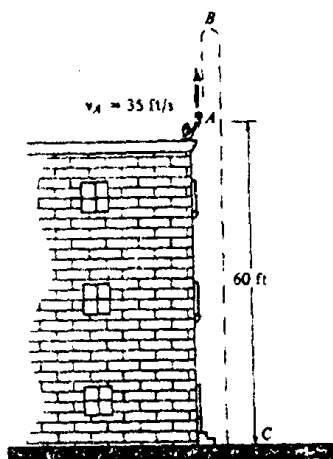
$$\text{圖} \quad (a) \quad s = s_4 - s_1 = [9(4)^2 + 15] - [9(1)^2 + 15] = 135 \text{ ft}$$

$$(b) \quad v_{\text{avg}} = \frac{135}{3} = 45 \text{ ft/s}$$

$$(c) \quad v = \frac{ds}{dt} = 18t$$

$$a = \frac{dv}{dt} = 18 \text{ ft/s}^2$$

- 12.7 在一建築物之頂上以 $v_A = 35 \text{ ft/s}$ 之初速鉛直上拋一球，試決定：
- (a) 當球靜止於 B 點時，球被拋高多遠。
- (b) 達到此最大高度所需之時間 t_{AB} 。
- (c) 落地所需之時間 t_{AO} 。



12.7

解 定坐標系統以向上為正。

$$\text{則 } g = -32.2 \text{ ft/s}^2 \quad v_A = 35 \text{ ft/s}$$

$$(a) v^2 = v_0^2 + 2as$$

$$0 = 35^2 + 2(-32.2)s \Rightarrow s = 19.02 \text{ ft}$$

$$(b) v = v_0 + at$$

$$0 = 35 + (-32.2)t_{AB} \Rightarrow t_{AB} = 1.087 \text{ sec}$$

$$(c) s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

$$-60 = 0 + 35t_{AC} + \frac{1}{2}(-32.2)t_{AC}^2$$

$$16.1 t_{AC}^2 - 35 t_{AC} - 60 = 0 \Rightarrow t_{AC} = 3.302 \text{ sec}$$

12.8 一汽車以 25 ft/s 之初速向右行駛，其受到一向左 5 ft/s² 之減速度作用，試求 $t = 4 \text{ s}$ 時，汽車之車速及行車距離。

解 以向右為正。

$$v_0 = 25 \text{ ft/s} \quad a = -5 \text{ ft/s}^2$$

$$v = v_0 + at = 25 + (-5)(4) = 5 \text{ ft/s}$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 25(4) + \frac{1}{2}(-5)(4)^2 = 60 \text{ ft}$$

12.9 當吾人打開一瓶香檳酒時，酒瓶塞子垂直向上飛出，假使瓶塞由瓶口飛出再掉回原來高度，共需 6 s，試問瓶塞離開瓶口的起始速度為何？在此時間中瓶塞移動的距離為何？

（注意：空氣阻力對瓶塞一類輕的東西的運動有著相當的影響，在分析問題時，我們應予以考慮，吾人將於 13 章討論此問題。）

4 動力學問題詳解

解 $v = v_0 + at$

$$0 = v_0 - 9.81 \times 3$$

$$v_0 = 29.43 \text{ m/s 向上}$$

$$s' = 29.43(3) - \frac{1}{2}(9.81)(3^2)$$

$$s' = 44.145 \text{ m}$$

$$s = 2s' = 88.29 \text{ m}$$

- 12.10 一質點自靜止沿一直線以 $a = (2t - 6) \text{ m/s}^2$ 之加速度運動，其中 t 以秒量度，問當 $t = 6 \text{ s}$ 時，此質點之速度為何？又 $t = 11 \text{ s}$ 時其位置為何？

解 $a = 2t - 6$

$$v = t^2 - 6t + v_0 \quad \text{但 } v_0 = 0 \quad \text{故 } v = t^2 - 6t$$

$$s = \frac{1}{3}t^3 - 3t^2 + s_0 \quad \text{設 } s = s_0 \quad \text{得 } s = \frac{1}{3}t^3 - 3t^2$$

$$\therefore v_0 = 0$$

$$s_{11} = 80.67 \text{ m}$$

- 12.11 開始時，一物體以 8 m/s 之速度經過 O 點向右移動，若此物體受到 -0.5 m/s^2 向左之減速度，試決定當 $t = 20 \text{ s}$ 時，此物體之速度及其與 O 點之距離。

解 $v_0 = 8 \text{ m/s} \quad a = -0.5 \text{ m/s}^2$

$$v = v_0 + at = 8 + (-0.5)(20) = -2 \text{ m/s (向左)}$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 8 \times 20 + \frac{1}{2}(-0.5)(20)^2$$

$$= 60 \text{ m (於 } O \text{ 點右方)}$$

- 12.12 一球於 30 m 高之建築物頂層以 5 m/s 之初速鉛直上拋，同時，另一球於地面以 20 m/s 之初速鉛直上拋，試求兩球交會之時間和交會時距地面之高度。

解 $s_1 = s_{01} + v_{01}t - \frac{1}{2}gt^2 = 30 + 5t - \frac{1}{2}gt^2$

$$s_2 = s_{02} + v_{02}t - \frac{1}{2}gt^2 = 20t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$s_1 = s_2 \Rightarrow 30 + 5t = 20t \Rightarrow t = 2 \text{ sec}$$

$$\begin{aligned} \text{此時, } s_1 = s_2 &= 20 \times 2 - \frac{1}{2} (9.81)(2)^2 \\ &= 20.38 \text{ m} \end{aligned}$$

- 12.13 一質點沿一直線運動，在 2 秒內由起始點 $s_A = +2 \text{ ft}$ 移動到另一點 $s_B = -3 \text{ ft}$ ，在接下來的 3 秒中，由 s_B 移至 $s_C = +5 \text{ ft}$ ，試求此 5 秒中，質點的平均速度及平均速率。

$$\begin{aligned} \text{解} \quad v_{\text{avg}} &= \frac{(5-2)}{5} = 0.6 \text{ ft/s} \\ (v_{\text{sp}})_{\text{avg}} &= \frac{[2 - (-3)] + [5 - (-3)]}{5} \\ &= 2.6 \text{ ft/s} \end{aligned}$$

- 12.14 一金屬質點受磁場的作用而在一流體中由上而下運動，其位移為 $s = (15t^3 - 3t) \text{ mm}$ ， t 的單位為秒，試求(a)在 $t = 2 \text{ s}$ 及 $t = 4 \text{ s}$ 間的位移。(b) $t = 5 \text{ s}$ 時的速度及加速度。

$$\begin{aligned} \text{解} \quad s &= 15t^3 - 3t, \quad v = 45t^2 - 3, \quad a = 90t \\ s &= s_4 - s_2 = 834 \text{ mm} \\ v_5 &= 1122 \text{ mm/s} \\ a_5 &= 450 \text{ mm/s}^2 \end{aligned}$$

- 12.15 火車以 90 km/h 的起始速度沿一直線軌道運動，前 6 秒受 0.5 m/s^2 的定減速度，後 5 秒受一定減速度 a_c ，試求 a_c ，使火車能於 11 秒後停止。

$$\begin{aligned} \text{解} \quad 90 \text{ km/h} &= 25 \text{ m/s} \\ a_1 &= -0.5 \text{ m/s}^2 \quad 0 = 25 + (-0.5)(6) + a_c(5) \\ v &= v_0 + at \\ a_c &= -4.4 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

- 12.16 一質點以 $v_0 = 12 \text{ ft/s}$ 之初速向右運動，若其加速度為 2 ft/s^2 向左，試求此質點 10 秒內所移動之距離。

$$\begin{aligned} \text{解} \quad a &= -2 \text{ ft/sec}^2 \quad v_0 = 12 \text{ ft/sec} \\ v &= v_0 + at \\ 0 &= 12 + (-2)(t_1) \Rightarrow t_1 = 6 \text{ sec} \end{aligned}$$

$$s_1 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = 12(6) + \frac{1}{2}(-2)(6)^2 = 36 \text{ ft}$$

$$s_2 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2}(-2)(10-6)^2 = -16 \text{ ft}$$

$$\therefore \text{共移動了 } 36 \text{ ft} \times 2 - (-16 \text{ ft}) = 88 \text{ ft}$$

- 12.17 一沙包從一以 6 m/s 速率上升之汽球拋出，若拋出時沙包同樣以 6 m/s 之速度上升，且於 8 秒內着地，試求沙包着地時氣球之高度和沙包着地之速率。

解 $v_0 = 6 \text{ m/s}$

$$s = s_0' + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$0 = s_0' + 6(8) - \frac{1}{2}(9.81)(8)^2$$

$$\therefore s_0' = 265.9 \text{ m}$$

$$s_0 = 265.9 + 6 \times 8 = 313.9 \text{ m}$$

$$v = v_0 - g t = 6 - 9.81 \times 8 = -72.48 \text{ m/s} \quad (\text{向下})$$

- 12.18 一原先靜止的車，定加速度作用於 150 ft 內到達 60 ft/s 之速率，接著又受另一加速度作用，當 $s = 325 \text{ ft}$ 時，達到 100 ft/s 之速度，試求此 325 ft 間的平均速度及加速度。

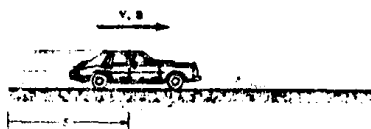


圖 12.18

解 $60^2 = 0^2 + 2 a_1 (150) \quad a_1 = 12$

$$60 = 0 + 12(t_1) \quad t_1 = 5$$

$$100^2 = 60^2 + 2 a_2 (325 - 150) \quad a_2 = 18.29$$

$$100 = 60 + a_2(t_2) \quad t_2 = 2.188$$

$$t = t_1 + t_2 = 7.188$$

$$a_{\text{avg}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{100}{7.188} \text{ ft/s}^2 = 13.91 \text{ ft/s}^2$$

$$v_{avg} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{325}{7.188} \text{ ft/s}^2 = 45.22 \text{ ft/s}$$

- 12.19 一質點以 $a = -ks$ 之加速度運動，其中 s 為質點與起始點之距離， k 為一特定之比例常數時，當 $s = 2 \text{ ft}$ 時，速度為 4 ft/s 當 $s = 3.5 \text{ ft}$ 時之速度為 8 ft/s ，問當 $v = 0$ 時 s 為多少？

$$\text{解} \quad a = -ks \quad \frac{dv}{dt} = v \frac{dv}{ds} = -ks$$

$$v dv + k s ds = 0 \Rightarrow v^2 + ks^2 = C$$

$$s = 2 \quad v = 4 \quad 16 + 4k = C \quad \Rightarrow \quad k = -5.82/\text{sec}^2$$

$$s = 3.5 \quad v = 8 \quad 64 + 12.25k = C \Rightarrow C = -7.28 \text{ ft}^2/\text{sec}^2$$

$$\therefore v^2 - 5.82s^2 = -7.28$$

$$v = 0 \Rightarrow s = 1.119 \text{ ft}$$

- 12.20 一彈丸於原點在一流體介質中沿一直線運動，其速度為 $v = 1800(1 - e^{-0.3t}) \text{ mm/s}$ 其中 t 以秒計，試求此彈丸於最初 3 秒之位移。

$$\begin{aligned} \text{解} \quad s &= \int_0^3 v dt = \int_0^3 1800(1 - e^{-0.3t}) dt \\ &= [1800t + 6000e^{-0.3t}] \Big|_0^3 \\ &= 1839 \text{ mm} \end{aligned}$$

- 12.21 一汽車沿一公路從靜止開始行駛 1 km ，於中途某點達到最大速度後減速，最後停於公路之終點，若汽車之加速度為 2 m/s^2 ，減速度為 3 m/s^2 ，試求所需之時間。

$$\text{解} \quad v^2 = v_0^2 + 2as \Rightarrow s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$1000 = \frac{v^2}{2 \times 2} + \frac{-v^2}{2 \times (-3)} = \frac{5v^2}{12} \Rightarrow v^2 = 2400 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$v = 48.99 \text{ m/s}$$

$$v = v_0 + at \Rightarrow t = \frac{(v - v_0)}{a}$$

$$t = \frac{v}{2} + \frac{-v}{-3} = 0 + \frac{5}{6} = 40.82 \text{ sec}$$

- 12.22** 在某一時刻， A ， B 二車皆停於停止線，而後 A 車以 $a_A = 6 \text{ m/s}^2$ 之定加速度前進， B 車則以 $a_B = (3t^{3/2}) \text{ m/s}^2$ 之加速度前進， t 的單位為秒，試問當 A 車之速度 $v_A = 90 \text{ km/h}$ 時，二車之距離。

解 $90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$

$$25 = 0 + 6t \quad t = 4.17 \text{ s}$$

$$s_A = \frac{1}{2}(6)(4.17)^2 = 52.08 \text{ m}$$

$$t = 0 \text{ 時，} B \text{ 車之 } v = 0, s = 0$$

$$dv = a dt$$

$$v = \int 3t^{3/2} dt = \frac{6}{5} t^{5/2}$$

$$s = \int v dt = \frac{12}{35} t^{7/2}$$

$$s_B = \frac{12}{35} (4.17)^{3.5} = 50.63 \text{ m}$$

$$d = s_A - s_B = 1.457 \text{ m}$$

- 12.23** 一質點以 $a = (15/s) \text{ ft/s}^2$ 的加速度沿一直線路徑運動，假使此質

題 12-10 點在 $s = 1 \text{ ft}$ 及 $v = 0$ 的條件下釋放，求 $s = 8 \text{ ft}$ ， $v = ?$

解 $ads = v dv$

$$\int ads = \int v dv + c$$

$$15 \ln s = \frac{1}{2} v^2 + c$$

$$\text{於 } s = 1 \quad v = 0 \quad \therefore c = 0$$

$$s = 8 \text{ 得 } v = 7.898 \text{ m/s}$$

- 12.24** 一質點在一液體中向下運動，其速率為 $v = (100 - s) \text{ mm/s}$ ， s 的單位為 mm ，試求(a)從其起始點到 $s_A = 75 \text{ mm}$ 之點 A 處，其減速度為何？(b)停止前，其移動距離為何？(c)將此質點停止所需之時間為何？

解 $a = v \frac{dv}{ds} = (100 - s)(-1) = s - 100$

$$a_{75} = 75 - 100 = -25 \text{ mm/s}^2$$

$$v = 0 : 100 - s = 0$$

$$s = 100 \text{ mm}$$

$$ds = v dt$$

$$\int dt = \int \frac{ds}{v} + c$$

$$t = \int \frac{ds}{100 - s} + c$$

$$t = -\ln(100 - s) + c$$

$$\text{於 } t = 0 \quad s = 0 \quad \therefore c = 4.605$$

$$\text{於 } t = \infty \quad s = 100 \text{ mm} \quad \text{即此質點永不能靜止。}$$

- 12.25 當一物體，被發射至離地面相當遠的高度時，地心引力於高度 y 的變化就必須加以考慮，略去空氣阻力，地心引力所產生之加速度為 $a = -g_0 \{ R^2 / (R + y)^2 \}$ ， g_0 為海平面的重力加速度， R 為地球半徑，而且向上為正，假使 $g_0 = 9.81 \text{ m/s}^2$ ， $R = 6356 \text{ km}$ ，試求一最小之起始速度（脫離速度），使一拋射體發射之後，不再墜回地面。（提示：本題之意即 $y \rightarrow \infty$ 時 $v = 0$ ）。

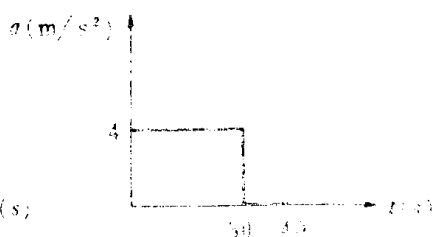
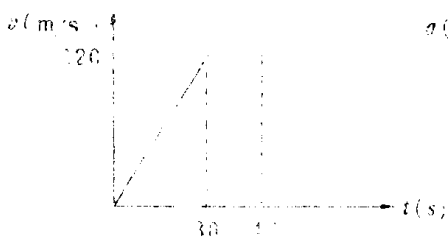
解 $ady = v dv$

$$\int_0^\infty \frac{-g_0 R^2}{(R + y)^2} dy = \int_{v_0}^0 v dv$$

$$\left. \frac{g_0 R^2}{(R + y)} \right|_0^\infty = \left. \frac{1}{2} v^2 \right|_{v_0}^0$$

$$v_0 = \sqrt{2g_0 R} = 11.17 \text{ km/s}$$

- 12.26 考慮上題，重力加速度對高度 y 的變化，假設一質點自地表上高度 y_0 處自由落下，導出高度 y 與其速度之方程式，假使 $y_0 = 700 \text{ km}$ ，試使用 12-25 之資料求其落地之速度。



$$\text{解} \quad \int v dv = \int a dy$$

$$\int_0^v v dv = \int_{y_0}^v \frac{-g_0 R^2}{(R+y)^2} dy$$

$$\frac{1}{2} v^2 = \frac{g_0 R^2}{(R+y)} - \frac{g_0 R^2}{(R+y_0)}$$

$$v = R \sqrt{\frac{2g_0(y_0 - y)}{(R+y)(R+y_0)}}$$

$$y_0 = 700 \text{ km} \quad y = 0 \text{ 代入}$$

$$\text{得 } v = 3517 \text{ m/s} = 3.517 \text{ km/s}$$

12.27 一車爬上一小山之 $v-t$ 圖如所示，試求此車停止 ($t = 80 \text{ s}$) 前所行之總距離，並繪 $a-t$ 圖。

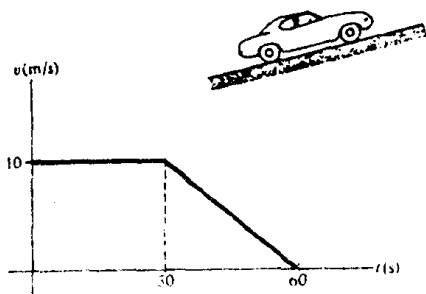
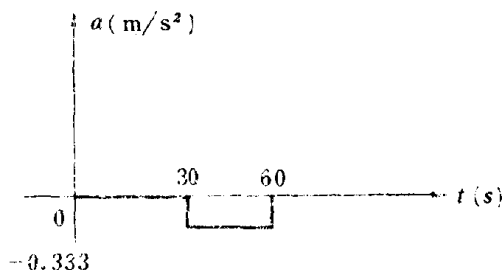


圖 12.27

$$\text{解} \quad d = \frac{1}{2} (30)(10) + (30)(10) = 450 \text{ m}$$

$$0 \leq t \leq 30 \quad a = \frac{dv}{dt} = 0$$

$$30 \leq t \leq 60 \quad a = \frac{0 - 10}{60 - 30} = -0.3333 \text{ m/s}^2$$

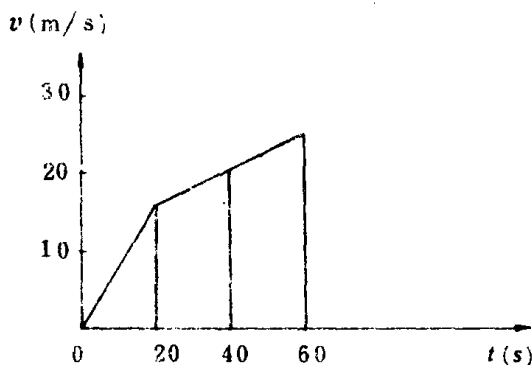


12.28 一火車行駛時其首一分鐘之紀錄如下：

$t(s)$	0	20	40	60
$v(m/s)$	0	16	21	24

繪出 $v-t$ 圖，將已知點間之速度以直線近似估計此火車所行駛之距離。

解



$$d = \frac{1}{2}(20)(16) + \frac{1}{2}(16+21)(20) + \frac{1}{2}(21+24)(20)$$

$$= 980 \text{ m}$$

12.29 一跑車由靜止起，沿一直線運動。其加速度如圖示，當 $t \geq 10s$ ， $a = 8 \text{ m/s}^2$ 。試問當此車達到 50 m/s 速率所需之時間為何？同時，建立一 $v-t$ 圖來描述此車之運動狀態。

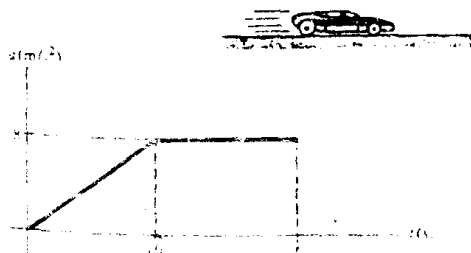


圖 12.29

解 $0 \leq t \leq 10$ $10 \leq t$

$$a = \frac{4}{5}t$$

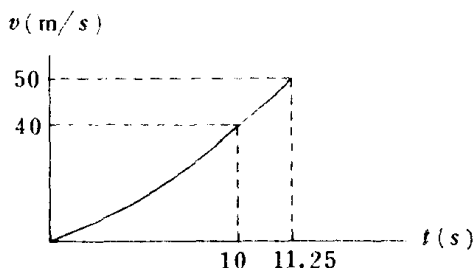
$$a = 8$$

$$v = \frac{2}{5} t^2$$

$$v = 8(t - 10) + 40$$

$$8(t - 10) + 40 = 50$$

$$t = 11.25 \text{ s}$$



- 12.30** 一人乘一貨物升降機上升，當升降機離地 100 ft 時，從裏面掉下一包裹。若升降機保持 4 ft/s 等速上升，試求當包裹落地時，升降機的高度為何？並繪出包裹運動之 $v-t$ 圖。假設包裹以與升降機相同的速率掉下，並受一向下的定加速度 32.2 ft/s²

解 $v_0 = 4$, $a = -32.2$

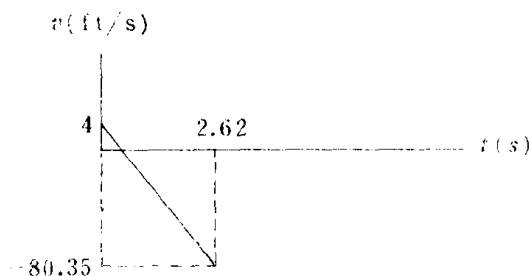
$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$0 = 100 + 4t - 16.1t^2$$

$$t = 2.620$$

$$d = 100 + 4(2.620) = 110.5 \text{ ft}$$

$$v = 4 - 32.2t = -80.35 \text{ ft/s}$$



- 12.31** 二段火箭，由靜止垂直向上發射，其加速度如圖示。在 15 秒時，A 段燃燒完畢，同時 B 段點火燃燒。試繪在 $0 \leq t \leq 20 \text{ s}$ 間第二段之 $v-t$ 及 $s-t$ 圖。

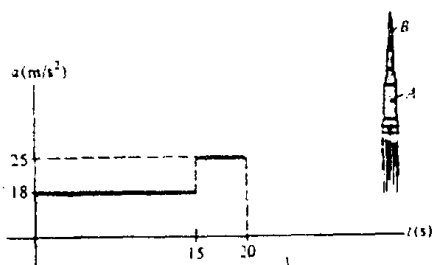


圖 12.31

解 $0 \leq t \leq 15$

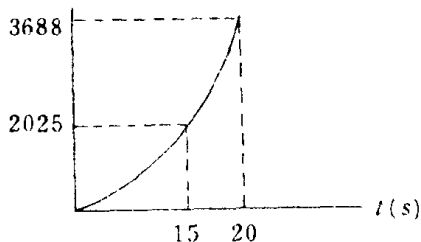
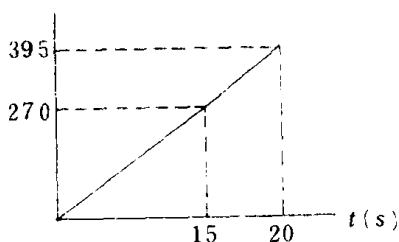
$$a = 18, \quad v = 18t, \quad s = 9t^2$$

$15 \leq t \leq 20$

$$a = 25, \quad v = 25(t - 15) + 270$$

$$s = 12.5(t - 15)^2 + 270(t - 15) + 2025$$

$v \text{ (m/s)}$



12.32 由量測所得之數據，吾人得知噴射機在跑道上運動之情形，如所示之 $v-t$ 圖，試繪其 $a-t$ 及 $s-t$ 圖。

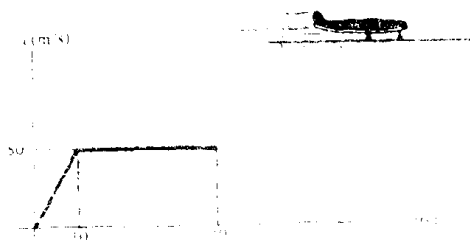
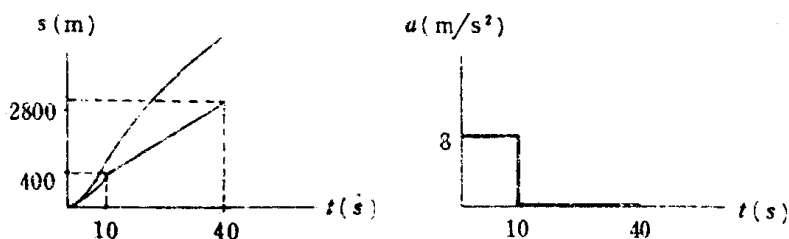


圖 12.32

解 $s_{10} = \frac{1}{2}(10)(80) = 400$

$$s_{40} = 400 + 80(30) = 2800$$



- 12.33** 由試驗而得一火車之 $s-t$ 圖。試由此資料，建立火車運動時之 $v-t$ 及 $a-t$ 圖，其中 $0 \leq t \leq 40$ s。而且在 $0 \leq t \leq 20$ s 之間時，曲線方程式為 $s = (3.75 t^2)$ m， t 的單位為秒。

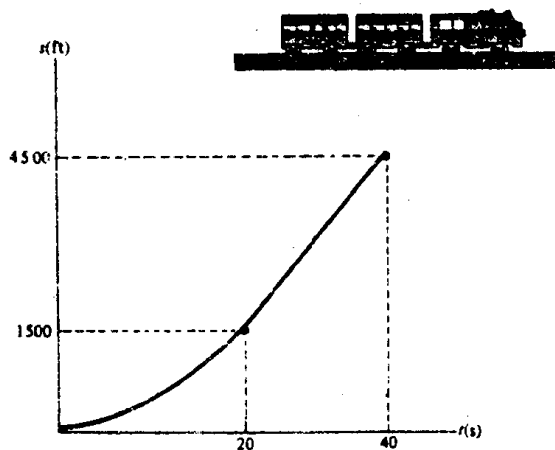


圖 12.33

■ $0 \leq t \leq 20$ 時， $s = 3.75 t^2$ ， $v = 7.5 t$

$$a = 7.5$$

$20 \leq t \leq 40$ 時，

$$v = \frac{4500 - 1500}{40 - 20} = 150 \quad a = 0$$

