

說明：題目分為填充題及計算題兩部份。

一、填充題請作答在答案卷表格內。

二、計算題請作答在答案卷內，註明題號；須寫出計算過程，否則不予計分。

配分：

填充題：每題 2 分，共計 80 分。

計算題：每題 5 分，共計 20 分。

## 一、填充題

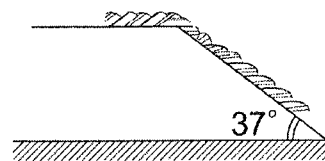
1. 哈伯量測某一星系的光譜後，推算某一恆星正以  $4.4 \times 10^4$  公里/秒的速率遠離地球，則此恆星與我們之間的距離約為若干光年（設哈伯常數  $H = 22 \times 10^{-6}$  公里/秒·光年）

2. 一列車沿直線軌道由 A 地駛向 B 地，A 和 B 距離為  $S$ ，列車由靜止出發先以等加速度  $a_1$  運動；列車最後階段等減速運動，加速度大小為  $a_2$ ，抵達 B 時恰好靜止。列車在行駛途中可等速行駛，如欲使列車從 A 到 B 花費最短時間，則下列敘述哪些正確？（複選）（A）列車等速行駛的距離恰為  $\frac{S}{2}$  時，花費時間最短（B）列車等速行駛的時間越長，花費時間越短（C）列

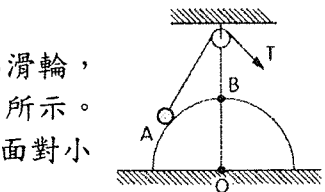
車從 A 到 B 最短時間為  $\sqrt{\frac{2S(a_1 + a_2)}{a_1 a_2}}$ （D）列車等速行駛的時間恰與加速時間相等時，花費

時間最短（E）等速運動的部分時間越長，則花費的總時間越長

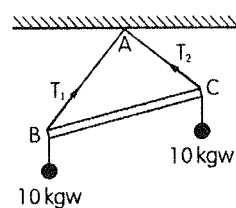
3. 一小球於  $37^\circ$  角斜面底往斜面頂做斜拋，初速度與斜面夾  $\theta$  角，當球落在斜面上時，速度與斜面夾角為  $60^\circ$  角，試求  $\tan \theta = ?$



4. 一長度 96 公分的均勻繩子放置於平臺上如右圖，平臺、斜面與繩子間的摩擦係數均相同，當其中 32 公分平放於平臺上時，繩子恰可下滑，若將斜面角度調整成  $53^\circ$ ，則繩子的長度該往上或往下調整若干長度才可使繩子保持恰將下滑狀態？

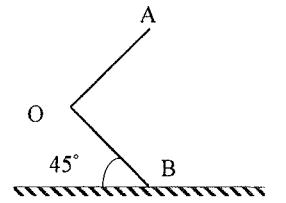


5. 如右圖，水平面上固定一光滑半球，球心 O 的正上方固定一光滑小滑輪，細繩一端繫一小球置於半球面上 A 點，另一端繞過小滑輪如右圖所示。今施力在繩上緩緩地將小球從 A 點拉向頂點 B，在此過程中半球面對小球的作用力  $N$  以及細繩拉力  $T$  各自的變化情形為何？

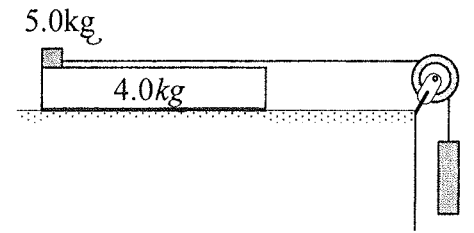


6. 長 1.0 m 之木棒 BC 重量不計，兩端各掛有 10 kgw 之小球，並各以長 0.8 m 及 0.6 m 之細繩懸於 A 點，若木棒與水平線之所夾角度  $\alpha$ ，則  $\tan \alpha = ?$

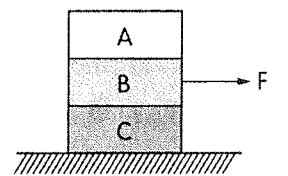
7. AOB 為均勻之金屬細桿，AO 與 BO 長度均為  $L$  且互相垂直，以如圖之角度放置於光滑水平面上，放手後 AOB 逆時鐘旋轉倒下，當 O 接觸到地面時，B 之位移為若干？



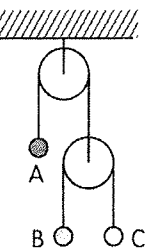
8. 水平光滑桌面上，一物體 (5.0 kg) 疊在木板 (4.0 kg) 上，右邊經過理想滑輪後懸掛一個砝碼如右圖所示。若板子與物體間靜摩擦係數為 0.4，若逐漸增加右邊砝碼質量，則物體和木板由靜止開始一起運動後，會產生相對滑動之現象，試求相對滑動發生時所懸掛之砝碼質量至少為若干公斤？



9. 如圖，光滑水平桌面上有三個均為 1 公斤的方塊疊放在一起，A、B 與 C 間接觸面的靜摩擦係數為 0.2，動摩擦係數為 0.1。今施力  $F$  於 B，使 A、B、C 三物沿桌面滑動，若施力  $F = 8$  牛頓，B 的加速度大小為若干米/秒<sup>2</sup>？

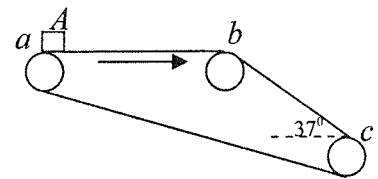


10. 如圖所示，A、B、C 之質量分別為 3 kg、2 kg 及 1 kg（動滑輪質量及繩重均不計，摩擦也忽略），則 B 物體之加速度  $\vec{a}_B = ?$ （以  $g$  表示，方向需正確註明）

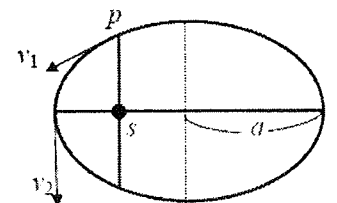


11. 若地球為密度均勻之正球體，密度為  $\rho$ 。欲使赤道上物體之視重為實重的一半，地球自轉週期應為若干？（萬有引力常數為  $G$ ）

12. 如圖所示，傳送帶的水平部分  $ab = 2m$ ，斜面部分  $bc = 4m$ ， $bc$  與水平面的夾角為  $37^\circ$ ，傳送帶沿圖示的方向運動，速率  $v = 2m/s$ 。一個小物體 A 與傳送帶的動摩擦係數  $\mu = 0.25$ ，若把物體 A 輕放到  $a$  處，它將被傳送帶送到  $c$  點，此過程中物體 A 不會脫離傳送帶。求物體 A 從  $a$  點被傳送到  $c$  點所用的時間為若干秒？（ $g = 10m/s^2$ ）



13. 一行星繞某恆星運動，半長軸  $a$ ，恆星與行星最近距離為  $0.5a$ ，如圖所示，此行星在通過恆星  $s$  且垂直長軸的直線上  $p$  點時的速率為  $v_1$ ，距恆星最近時速率  $v_2$ ，請問  $v_1$  與  $v_2$  的比值？



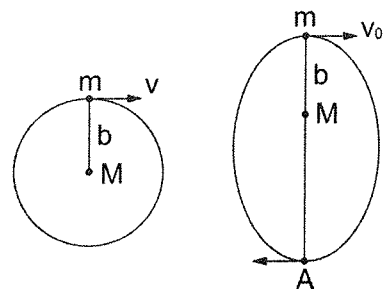
14. 物體靜止在光滑水平面上，先對物體施一水平向右的定力  $F_1$ ，經  $t$  秒後撤去  $F_1$ ，立即再對它施一水平向左的定力  $F_2$ ，又經  $t$  秒後物體回到原出發點，在這一過程中  $F_1$ 、 $F_2$  分別對物體所作的功  $W_1$ 、 $W_2$ ，則  $W_1 : W_2 = ?$

15. 萬有引力常數為  $G$ ，孤立系統中， $M$  的位置固定， $m$  和  $M$  的距離為  $b$ 。 $m$  以垂直於兩星球連線的方向射出，則：

(1) 若  $m$  繞  $M$  作半徑為  $b$  的等速率圓周運動，周期為  $T_1$

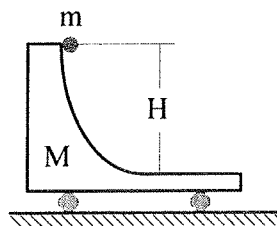
(2) 若  $v_0 = \sqrt{\frac{3GM}{2b}}$ ，則循一橢圓軌跡運動，周期為  $T_2$ ，

試求  $\frac{T_2}{T_1} = ?$



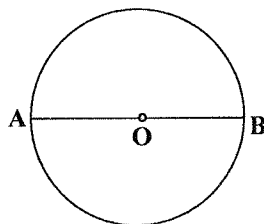
16. 設地表附近重力加速度為  $g$ ，由地面斜向拋射質量  $m$  的砲彈，在空中爆裂為質量相等的兩個碎片，爆裂後兩碎片皆經過  $t$  秒著地，且著地相距為  $R$ ，則爆炸瞬間前後系統之力學能變化為若干？

17. 如右圖所示，在水平地面上有一滑車，質量為  $M$ ，滑車上有一弧形軌道，高度為  $H$ ，軌道底端成水平。有一質量為  $m$  的物體，從軌道頂端沿著軌道自由下滑。設摩擦力均不計，且重力加速度為  $g$ ，則物體  $m$  下滑到離開軌道之過程，滑車與  $m$  間之正向力對  $m$  所作的功為何？



18. 一質量為  $m$ 、半徑為  $R$  的圓環開始時以角速度  $\omega_0$  繞其中心軸轉動，若將此環放置於一摩擦係數為  $\mu$  的水平長桌面上，試求此圓環在桌面上達純滾動時圓環之動能為若干？

19. 如圖所示，廣場上有一個半徑為 45 公尺的圓， $AB$  是直徑，在圓心  $O$  點和  $A$  點處分別安裝兩個有相同聲源的揚聲器，所發出的聲波波長是 10 公尺，有一個人站在  $B$  處幾乎聽不到聲音，他沿著圓周逆時針向  $A$  走，在走到  $A$  之前，他還有幾次幾乎聽不到聲音？



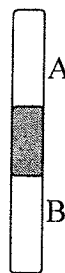
20. 將一杯熱水倒入一桶絕熱容器中（設容器不吸收熱量），此時容器中的冷水溫度上升了  $5^\circ\text{C}$ ；再加一杯同樣的熱水，溫度又升高了  $3^\circ\text{C}$ ，則繼續再加七杯相同熱水，此時容器水溫將再上升多少  $^\circ\text{C}$ ？

21. 設地球表面的平均溫度為  $300\text{K}$ ，假設地球和大氣的熱輻射皆可視為理想的黑體輻射，則在無月光的夜晚，高空中的大氣溫度約為若干  $^\circ\text{C}$ ？

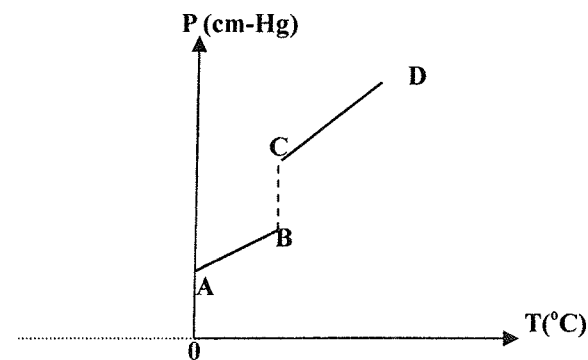
註：若一物體表面的絕對溫度為  $T$ ，發射率為  $e$ ，則該物體表面每單位面積在每單位時間內所輻射出的電磁波能量，稱為輻射能通量密度  $J = e\sigma T^4$  ( $\text{JS}^{-1}\text{m}^{-2}$ )，式中  $\sigma = 5.670 \times 10^{-8}$  ( $\text{JS}^{-1}\text{m}^{-2}\text{K}^{-4}$ )，稱為史特凡-波茲曼常數。通常  $e < 1$ ，但對黑體而言， $e = 1$ ，即為完全輻射。

22. 於  $20^\circ\text{C}$  時，用一鋼尺 ( $\alpha = 11 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ) 量得一桿之長為  $20.00\text{cm}$ 。若將兩者皆置於  $220^\circ\text{C}$  的爐中，用同一尺量得桿長為  $20.10\text{cm}$ ，則此桿之線膨脹係數為何？

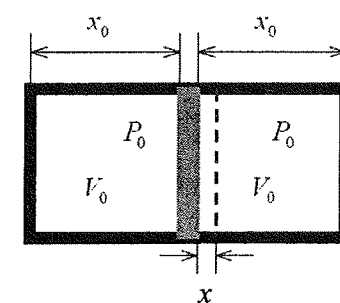
23. 右圖中一鉛直豎立的封閉均勻玻璃管，內有一段水銀柱，水銀柱上下有溫度相同的  $A$ 、 $B$  兩部分理想氣體，現在把這兩部分的氣體升高相同的溫度，中間的水銀柱應該向哪裡動？請填（不動、向上、向下）



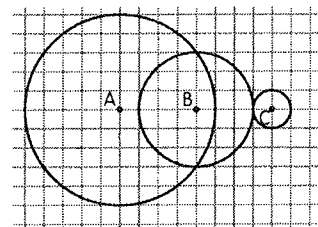
24. 某生以固定體積之容器，裝入同種理想氣體，進行氣壓隨溫度變化之實驗，得到數據曲線  $AB$  與  $CD$  兩段，若  $AB$  過程中氣體的質量為  $m_1$ ； $CD$  過程中氣體的質量為  $m_2$ ；則兩次質量之大小關係為何？



25. 一容器如圖所示，內有一隔板質量為  $m$  位於中間位置，分隔容器成相等的左右兩室，每室內充滿某理想氣體，其壓力、體積分別為  $P_0$ ， $V_0$ ，且保持溫度不變。今將中間隔板自平衡位置拉開一小段位移  $x$ ，且  $x \ll x_0$ ，如將位移的隔板放開，隔板會受氣體的作用產生來回振動，忽略摩擦阻力，隔板振動的週期為若干？



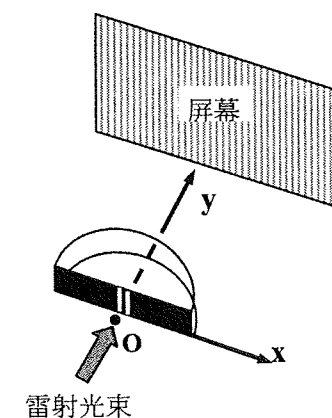
26. 如圖所示為頻率  $1000\text{Hz}$  的聲源以等速度移動時，所發出的球面波分布情形，每個球面波相隔一個週期，圖中相鄰兩格線的間距都相等。則此聲源移動的速率為多少馬赫？



27. 長度均為  $L$  之  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三繩串連，並如圖示固定於兩端。設  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三繩之密度分別為  $2\mu$ 、 $\mu$ 、及  $4\mu$ ，若於  $B$ 、 $C$  接點  $K$  處施一力使產生橫波，且不考慮衰減，則  $K$  點出發之波，首次發生兩波相遇處距  $K$  點距離為若干？(需註明左右)



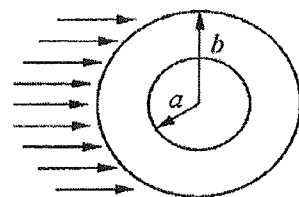
28. 大華利用半徑為  $5.00\text{cm}$ ，薄壁折射率為  $n_c = 1.52$ ，厚度可以忽略不計的透明半圓皿，進行觀測雙狹縫干涉實驗如圖所示。在  $O$  點內側放置一個雙狹縫，狹縫間距為  $0.020\text{mm}$ 。在空氣中波長是  $650\text{nm}$  的雷射光束，沿著  $y$  軸方向射向雙狹縫。屏幕位於  $y = 2.0\text{m}$ 。半圓皿內注滿折射率為  $n_L = 1.3$  的



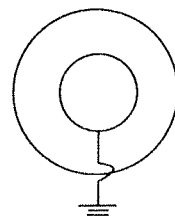
液體之後，從兩狹縫發出的光波皆可視為由0點發出，計算屏幕上所見亮紋間距為若干?(需註明單位)

29. 一束平行光沿薄平凸透鏡的主軸入射，經透鏡折射後，會聚於透鏡後  $f=48\text{cm}$  處，透鏡的折射率  $n=1.5$ ，若將此透鏡的凸面鍍銀，物體置於平面前  $12\text{cm}$  處，求最後所成像的位置為何?

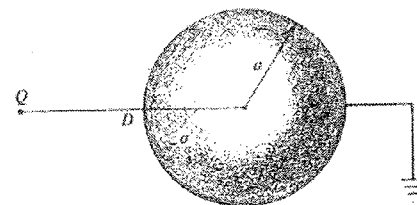
30. 如圖所示，用折射率  $n=\sqrt{2}$  的透明物質作成內、外半徑分別為  $a$  和  $b$  的空心球，且  $b \gg a$ ，內表面塗上能完全吸光的物質，若不考慮透明物質的吸收和外表面的反射，試問當一束平行光射向此球時，被吸收掉的光束的橫截面積為多大?



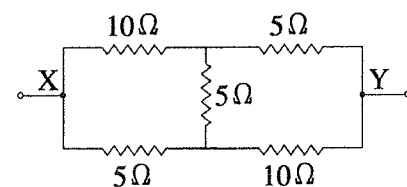
31. 如右圖，半徑  $10\text{cm}$  的金屬球置於半徑  $20\text{cm}$  的薄金屬空心球殼內，兩球同心，內球靠一根長導線經過外球殼的開孔接地，且不與外球殼接觸，若外球殼帶電量為  $+2.0 \times 10^{-8}$  庫倫，地球電位為零，則外球殼的電位為若干?  
(庫倫常數  $K=9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ )



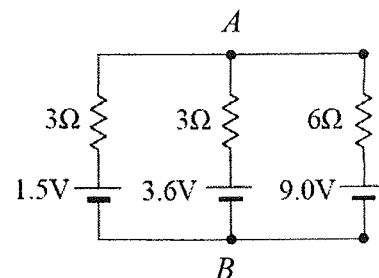
32. 在接地之導體球旁邊放置點電荷  $Q$ ，距離導體球心  $D$ ，導體球半徑  $a$ ，試求導體球上感應電荷總量  $q$  為若干?



33. 如圖所示，圖中  $X$  和  $Y$  兩點間的等效電阻值為多少?



34. 如圖所示的電路中，試求  $A$  和  $B$  兩端點間的電流大小為若干安培?



35. 若將電子從某金屬表面移出需要  $2.48\text{eV}$ ，將此材料做成半徑為  $1.0$  公分的金屬球，並以波長  $2000$  埃的光持續照射金屬球，則金屬球可帶的電量最多為若干庫倫?  
(庫倫常數  $K=9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ )

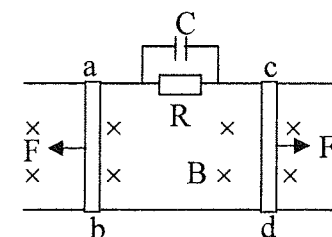
36. 康普頓效應中，假設波長  $\lambda_1$  的光子與靜止的電子碰撞後，光子的波長變為  $\lambda_2$ ，若撞後光子方向與原來入射方向垂直，試求散射電子物質波長  $\lambda_e$  為何?(以  $\lambda_1, \lambda_2$  組成式表示)

37. 某放射性元素  $A$  蛻變成新元素  $B$ ，半衰期為  $T$ ，今發現某化合物中  $A$ 、 $B$  兩元素含量比  $\alpha : \beta$ ，則此化合物存在的時間已有多久?

38. 一電子質量為  $m$ 、以  $v$  的速度在均勻且不隨時間變化的磁場  $B$  內，垂直於磁場而運動。假設該電子的運動也遵守波耳角動量量子化的假設，則此電子由第一激發態躍遷至基態時，若發射出電磁波，則其頻率為多少?(卜朗克常數為  $h$ ，電子電量大小為  $e$ )

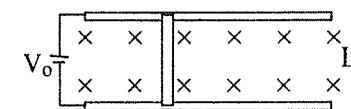
39. 若核反應發生一原子質量單位 ( $1u$ ) 的質量虧損，則此反應所產生的核能為若干  $\text{MeV}$ ?

40. 如圖所示，導體棒  $ab$ 、 $cd$  在相等大小外力作用下沿著光滑的導軌各自朝相反方向以  $v = 0.1\text{m/s}$  的速度等速運動，棒長都為  $L = 0.5\text{m}$ ，棒的電阻都為  $r_0 = 0.5\Omega$ ，導軌上接有一電阻  $R = 1\Omega$  以及平行板電容器  $C = 2\mu\text{F}$ ，導軌電阻不計，均勻磁場的磁感應強度  $B = 4\text{T}$ ，則電容器  $C$  兩極板帶電量為多少?



## 二、計算題 (請作答在答案卷上，並註明題號)

1. 如右圖，兩條相距為  $L$ ，電阻可忽略的平行長軌道，置於水平桌面上。一質量為  $m$ ，電阻為  $R$  的金屬棒可在軌道上自由滑行，滑行時棒身方向保持與軌道垂直，並外加垂直於桌面的均勻磁場  $B$ 。今將此軌道外接電壓為  $V_0$  內電阻可忽略的電源，若忽略摩擦，且金屬棒開始時靜止，試求金屬棒滑行速度與時間之關係?



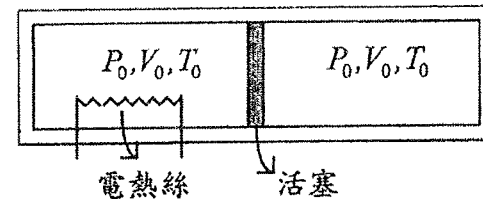
2. 一束白光在可見光波長範圍  $400\text{--}690\text{nm}$  內有均勻之強度，垂直入射於折射率為  $1.33$ ，厚度為  $320\text{nm}$ ，懸浮於空氣中的水薄膜上。則波長約為多少的光經此薄膜反射後看起來最亮?

3. 一個由絕熱壁作成的圓筒容器，中間有一絕熱活塞隔成兩個互不相通的氣室。活塞可無摩擦的自由滑動。在圓筒的兩邊各裝有  $n$  莫耳的理想氣體，其初溫、壓力及體積分別為  $T_0$ 、 $P_0$  及  $V_0$ ，並標於圖上，設此理想氣體的定容莫耳比熱為定值

$$C_v, \gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{3}{2}。今用電熱絲對左邊的氣體緩緩加熱，結果活$$

塞向右移動。當右邊的氣體被壓縮至壓力為  $\frac{27}{8}P_0$  時，試求電

熱絲產生多少熱量，用  $n$ 、 $C_v$ 、 $T_0$  及其它可能的常數表示之。



4. 一質量為  $m$ 、半徑為  $r$  的小球，在一半徑為  $R$ ，垂直豎立的圓形軌道上運動，如圖所示。若軌道粗糙，小球在軌道最低點處附近作小幅角運動(小球保持純滾動)時，其質心來回運動的週期為何？

