中四物理練習卷：運動學與牛頓定律、動量力矩與壓強、功能量與功率、波與光學、熱學與氣體、電學與電路

中四　物理　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 24 題

第一部分：運動學與牛頓定律（18 分）

各題均須列出公式、代入步驟及單位；取重力加速度 $g = 10\ \text{m/s}^2$。

1. 一輛汽車由靜止開始以 $2.5\ \text{m/s}^2$ 的均加速度行駛 8 s。求 (a) 8 s 末的速度；(b) 8 s 內行駛的距離。
答案：已知 $u = 0$、$a = 2.5\ \text{m/s}^2$、$t = 8\ \text{s}$。(a) $v = u + at = 0 + 2.5 \times 8 = 20\ \text{m/s}$。(b) $s = ut + \tfrac{1}{2}at^2 = 0 + \tfrac{1}{2} \times 2.5 \times 8^2 = 80\ \text{m}$。

2. 一輛以 $20\ \text{m/s}$ 行駛的汽車以 $5\ \text{m/s}^2$ 均減速至完全停止。求剎車所需時間及剎車距離，並解釋為何實際剎車距離通常比計算值長。
答案：取減速度 $a = -5\ \text{m/s}^2$，末速 $v = 0$。時間：$t = (v - u)/a = (0 - 20)/(-5) = 4\ \text{s}$。距離：$s = u^2/(2a) = 20^2/(2 \times 5) = 40\ \text{m}$。實際距離較長，因為計算假設減速度恆定且無反應時間；真實情況包括司機反應時間內仍以原速行駛、路面濕滑令減速度下降，以及剎車系統升溫後制動力減弱。

3. 一輛質量 1,200 kg 的汽車以 $1.5\ \text{m/s}^2$ 加速。若行車阻力為 400 N，求 (a) 汽車所受合力；(b) 引擎輸出的驅動力。
答案：(a) 由 $F = ma$：合力 $F_{\text{net}} = 1200 \times 1.5 = 1800\ \text{N}$。(b) 合力 = 驅動力 − 阻力，故驅動力 $= 1800 + 400 = 2200\ \text{N}$。

4. 兩個力分別為 6 N 及 8 N，作用於同一點且互相垂直。求 (a) 合力的大小；(b) 合力與 8 N 力的夾角。
答案：(a) 垂直向量相加：$R = \sqrt{(6^2 + 8^2)} = \sqrt{100} = 10\ \text{N}$。(b) $\tan\theta = 6/8$，$\theta = \tan^{-1}(0.75) = 36.9^\circ$，夾角在 8 N 力一側量度。

第二部分：動量、力矩與壓強（17 分）

動量取以初速方向為正；碰撞題須同時說明動量守恆與能量變化。

5. 一個質量 0.5 kg 的球以 $8\ \text{m/s}$ 垂直撞向牆壁，並以 $6\ \text{m/s}$ 反彈。若接觸時間為 0.05 s，求 (a) 球的動量變化；(b) 牆壁對球的平均力。
答案：取初速方向為正：$u = +8\ \text{m/s}$、$v = -6\ \text{m/s}$。(a) $\Delta p = m(v - u) = 0.5 \times (-6 - 8) = -7\ \text{kg·m/s}$，大小 7 N·s，方向與初速相反。(b) $F = \Delta p/\Delta t = 7/0.05 = 140\ \text{N}$，方向離牆向外。

6. 一個質量 2 kg 的物體以 $3\ \text{m/s}$ 撞向一個靜止的 1 kg 物體，碰撞後兩者黏在一起。求 (a) 碰撞後的共同速度；(b) 碰撞前後的動能，並解釋能量去向。
答案：(a) 動量守恆：$2 \times 3 = (2 + 1)v$，故 $v = 2\ \text{m/s}$。(b) 碰撞前 $\text{KE} = \tfrac{1}{2} \times 2 \times 3^2 = 9\ \text{J}$；碰撞後 $\text{KE} = \tfrac{1}{2} \times 3 \times 2^2 = 6\ \text{J}$；損失 3 J。損失的動能轉為熱能及聲能，並用於令兩物體永久變形，這是完全非彈性碰撞的特徵。

7. 一個重 30 kg 的兒童坐在蹺蹺板一端，距支點 1.6 m。若要平衡，重 40 kg 的成人應坐在支點另一側多遠處？

答案：取力矩：30 × 10 × 1.6 = 40 × 10 × x。x = (30 × 1.6)/40 = 1.2 m，即距支點 1.2 m。（g 在兩邊相消，故亦可用質量比直接計算。）

8. 一個重 600 N 的人雙腳站立，總接觸面積為 0.03 m²。求 (a) 他對地面的壓強；(b) 若他站在 2.5 m 深的水中，水對他的壓強（水密度 1,000 kg/m³，g = 10 m/s²）。

答案：(a) p = F/A = 600/0.03 = 20000 Pa。(b) p = ρgh = 1000 × 10 × 2.5 = 25000 Pa。注意水壓只與深度、密度及 g 有關，與人的體重及姿勢無關。

第三部分：功、能量與功率（17 分）

能量守恆題須指出能量由哪一種形式轉為哪一種形式；忽略空氣阻力。

9. 一個重 50 kg 的學生在 20 s 內跑上高 12 m 的樓梯。求 (a) 他克服重力所作的功；(b) 他輸出功率。

答案：(a) W = mgh = 50 × 10 × 12 = 6000 J。(b) P = W/t = 6000/20 = 300 W。實際輸出功率更大，因為身體亦要加速雙腿及克服身體內部摩擦。

10. 一個質量 0.2 kg 的球以 15 m/s 運動。求它的動能；若它的速度加倍，動能變為原來的多少倍？

答案：KE = ½mv² = ½ × 0.2 × 15² = 22.5 J。速度加倍時 v² 變為 4 倍，質量不變，故動能變為原來的 4 倍。

11. 一個馬達輸入功率 1,500 W，能把 40 kg 的重物以 1.2 m/s 勻速吊起。求 (a) 有用功率；(b) 馬達效率。

答案：(a) 勻速吊起時拉力等於重力：有用功率 = mgv = 40 × 10 × 1.2 = 480 W。(b) 效率 = 有用功率/輸入功率 × 100% = 480/1500 × 100% = 32%。其餘輸入能量變成線圈發熱及聲能散失。

12. 一個質量 0.5 kg 的物體由高 1.8 m 處自由落下。求它到達地面時的速度，並說明用了哪條守恆定律。

答案：位能全部轉為動能：mgh = ½mv²，故 v = √(2gh) = √(2 × 10 × 1.8) = 6 m/s。應用了能量守恆定律（力學能守恆）；質量 0.5 kg 在兩邊相消，所以與質量無關。

第四部分：波與光學（16 分）

折射率及透鏡題取空氣中光速 c = 3.0 × 10⁸ m/s；聲速取 340 m/s。

13. 一個聲源發出頻率 680 Hz 的聲音，空氣中聲速為 340 m/s。求 (a) 聲波的波長；(b) 若頻率加倍而聲速不變，波長變成多少。

答案：(a) 由 v = fλ：λ = v/f = 340/680 = 0.5 m。(b) 頻率加倍至 1360 Hz，λ = 340/1360 = 0.25 m，即波長減半；波長與頻率成反比。

14. 光由空氣以 45° 入射角射入某介質，折射角為 30°。求 (a) 該介質的折射率；(b) 光在介質中的速度。

答案：(a) 由斯涅爾定律 n = sin i/sin r = sin45°/sin30° = 1.414。(b) n = c/v，故 v = c/n = 3.0 × 10⁸/1.414 = 2.12 × 10⁸ m/s。折射率越大，光在介質中越慢，亦越容易發生全內反射。

15. 一個焦距 10 cm 的凸透鏡，物體放在鏡前 15 cm 處。求 (a) 像距；(b) 放大率，並說明像是實像還是虛像。

答案：(a) 用透鏡公式 $1/f = 1/u + 1/v$：$1/10 = 1/15 + 1/v$，故 $1/v = 1/10 - 1/15 = 1/30$，$v = 30$ cm。 (b) 放大率 $m = v/u = 30/15 = 2$。 v 為正值，像在透鏡另一側，是倒立放大的實像，可用光屏接收。

16. 一個人向山壁大叫，0.6 s 後聽到回聲。若聲速為 340 m/s，求他與山壁的距離。

答案：聲音來回走了兩倍距離：$2d = vt = 340 \times 0.6 = 204$ m。 $d = 204/2 = 102$ m。 若在室內牆壁反射，因為距離短，回聲與原聲重疊，聽起來只是聲音變大或含糊。

第五部分：熱學與氣體（16 分）

水的比熱容量取 4,200 J/(kg·°C)，冰的熔化潛熱取 334,000 J/kg；假設無熱量散失。

17. 把 2 kg 的水由 25 °C 加熱至 75 °C。求所需熱量，並解釋為何實際所需的能量較多。

答案：溫升 $\Delta T = 75 - 25 = 50$ °C。 $Q = mc\Delta T = 2 \times 4200 \times 50 = 420000$ J。 實際需要更多能量，因為部分熱量會傳給容器、四周空氣，並在加熱過程中以蒸發及對流散失。

18. 把 0.3 kg、90 °C 的熱水加入 0.6 kg、20 °C 的冷水中。假設無熱量散失，求混合後的水溫。

答案：設最終溫度為 T：$0.3 \times 4200 \times (90 - T) = 0.6 \times 4200 \times (T - 20)$。 c 相消：$39.0 = 0.9T$，故 $T = 43.33$ °C。 結果接近冷水溫度，因為冷水的質量是熱水的兩倍，能吸收的熱量較多。

19. 一定量氣體在 100 kPa、2 L、300 K 的狀態下被壓縮至 250 kPa、1 L。求最終溫度（以 K 表示），並說明用了哪條氣體定律。

答案：用聯合氣體定律 $P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$：$T_2 = T_1 \times P_2V_2/(P_1V_1) = 300 \times (250 \times 1)/(100 \times 2) = 375$ K。 （即 102 °C。）體積減半而壓強升至 2.5 倍，兩者相乘使溫度上升 25%。

20. 用 500 W 的電熱器熔化 0.5 kg 的 0 °C 冰。求 (a) 熔化所需的能量；(b) 完全熔化所需的時間。

答案：(a) $Q = mL = 0.5 \times 334000 = 167000$ J。 (b) 假設全部能量用於熔化：$t = Q/P = 167000/500 = 334$ s。 熔解過程中溫度保持 0 °C，能量用於破壞冰的晶體結構，而非提高溫度。

第六部分：電學與電路（16 分）

各題假設電源內阻及導線電阻可忽略；功率因數取 1。

21. 一個電阻接在 12 V 電源上，通過的電流為 0.4 A。求電阻值，並求 1 分鐘內消耗的電能。

答案：$R = V/I = 12/0.4 = 30\ \Omega$。 $P = VI = 12 \times 0.4 = 4.8$ W；60 s 內電能 $E = Pt = 4.8 \times 60 = 288$ J。

22. 兩個電阻 6 Ω 及 9 Ω 串聯接在 12 V 電源上。求 (a) 電路電流；(b) 9 Ω 電阻兩端的電壓。

答案：(a) 串聯總電阻 $R = 6 + 9 = 15\ \Omega$，$I = V/R = 12/15 = 0.8$ A。 (b) $V = IR = 0.8 \times 9 = 7.2$ V。 串聯時電流相同，電壓按電阻比例分配，故 6 Ω 兩端為 4.8 V。

23. 兩個電阻 6 Ω 及 12 Ω 並聯接在 12 V 電源上。求 (a) 等效電阻；(b) 電源輸出的總電流。

答案：(a) $1/R = 1/6 + 1/12 = 3/12$，故 $R = 4\ \Omega$。 (b) $I = V/R = 12/4 = 3$ A，即 2 A + 1 A。 並聯等效電阻必小於最小的一個電阻，這是快速檢查答案的方法。

24. 一個標示 1,500 W、240 V 的電熱水壺接在 240 V 電源上使用 5 分鐘。求 (a) 電流；(b) 發熱元件的電阻；(c) 消耗的電能（以 kWh 表示）。

答案：(a) $I = P/V = 1500/240 = 6.25$ A。 (b) $R = V^2/P = 240^2/1500 = 38.4\ \Omega$。 (c) $E = Pt = 1.5\ \text{kW} \times (5/60)\ \text{h} = 0.125$ kWh。 若電費每 kWh 1.2 元，這次使用約花 0.15 元。

TutorZone 中四物理練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。