中五物理練習卷：牛頓運動定律與摩擦力、動量與碰撞、圓周運動與萬有引力、功與能量守恆、波速與波的基本性質、折射與全內反射及透鏡成像（100 分）

年級：中五　｜　科目：物理　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　題數：24　｜　答案版

A 部：牛頓運動定律與摩擦力（17 分）

每題 4–5 分，須列出所用公式及代入數值。

#	題目	答案	分數
1	一輛質量 1,200 kg 的汽車在水平公路上由靜止起動，所受合力為 4,800 N。求 (a) 加速度；(b) 5.0 s 後的速率；(c) 5.0 s 內行駛的距離。	(a) $a = F/m = 4{,}800 / 1{,}200 = 4.0\ \text{m/s}^2$；(b) $v = at = 4.0 \times 5.0 = 20\ \text{m/s}$；(c) $s = \tfrac{1}{2}at^2 = \tfrac{1}{2} \times 4.0 \times 25 = 50\ \text{m}$。	4
2	一個質量 5.0 kg 的木塊放在水平桌面上，木塊與桌面之間的動摩擦係數為 0.30。以 30 N 的水平力推木塊（$g = 9.81\ \text{m/s}^2$）。求 (a) 摩擦力；(b) 木塊的加速度。	(a) $f = \mu mg = 0.30 \times 5.0 \times 9.81 = 14.715 \approx 14.7\ \text{N}$；(b) $ma = 30 - 14.715 = 15.285\ \text{N}$，$a = 15.285 / 5.0 = 3.057 \approx 3.1\ \text{m/s}^2$。	4
3	如圖裝置：12 kg 的木塊放在水平桌面（動摩擦係數 0.20），以輕繩繞過光滑定滑輪連接 8.0 kg 的砝碼。求 (a) 系統加速度；(b) 繩張力（$g = 9.81\ \text{m/s}^2$）。	(a) $(8.0 - 0.20 \times 12) \times 9.81 / (12 + 8.0) = 5.4 \times 9.81 / 20 = 2.7468 \approx 2.75\ \text{m/s}^2$；(b) $T = 8.0(9.81 - 2.7468) = 56.5056 \approx 56.5\ \text{N}$。	5
4	質量 70 kg 的人站在升降機內的磅秤上。求 (a) 升降機以 $2.0\ \text{m/s}^2$ 向上加速時磅秤的讀數；(b) 升降機以等速上升時的讀數（$g = 9.81\ \text{m/s}^2$）。	(a) $R = m(g + a) = 70 \times (9.81 + 2.0) = 70 \times 11.81 = 826.7\ \text{N}$；(b) $a = 0$，$R = mg = 70 \times 9.81 = 686.7\ \text{N}$。	4

B 部：動量與碰撞（17 分）

每題 4–5 分，取向右為正方向；動量單位用 kg m/s。

#	題目	答案	分數
5	質量 0.45 kg 的球以 8.0 m/s 垂直撞向牆壁，並以 6.0 m/s 反彈。碰撞時間為 0.050 s。求 (a) 動量變化量；(b) 牆壁對球的平均力。	(a) $\Delta p = 0.45 \times (8.0 + 6.0) = 6.3\ \text{kg m/s}$（方向離牆）；(b) $F = 6.3 / 0.050 = 126\ \text{N}$。	4
6	質量 3.0 kg 的物體以 4.0 m/s 撞向靜止的 2.0 kg 物體，碰撞後兩者黏在一起。求 (a) 共同速率；(b) 碰撞中損失的動能。	(a) $3.0 \times 4.0 = (3.0 + 2.0)v$，$v = 12 / 5.0 = 2.4\ \text{m/s}$；(b) KE 前 $= \tfrac{1}{2} \times 3.0 \times 16 = 24\ \text{J}$，KE後 $= \tfrac{1}{2} \times 5.0 \times 2.4^2 = 14.4\ \text{J}$，損失 9.6 J。	5
7	質量 2.0 kg 的球以 6.0 m/s 與靜止的 4.0 kg 球作一維彈性碰撞。求碰撞後兩球的速度。	$v_1 = (m_1 - m_2)/(m_1 + m_2) \times u = (2.0 - 4.0)/6.0 \times 6.0 = -2.0\ \text{m/s}$（反彈）；$v_2 = 2m_1/(m_1 + m_2) \times u = 4.0/6.0 \times 6.0 = 4.0\ \text{m/s}$。核對動量：$2.0 \times (-2.0) + 4.0 \times 4.0 = 12 = 2.0 \times 6.0$。	4
8	一支質量 4.0 kg 的步槍水平發射一顆 0.020 kg 的子彈，子彈離膛速率為 400 m/s。求 (a) 子彈的動量；(b) 步槍反衝速率。	(a) $p = 0.020 \times 400 = 8.0\ \text{kg m/s}$；(b) 由動量守恆 $4.0v = -8.0$，$v = -2.0\ \text{m/s}$，反衝速率 2.0 m/s。	4

C 部：圓周運動與萬有引力（17 分）

每題 4–5 分，答案須合理取有效數字。

#	題目	答案	分數
9	一輛汽車以 20 m/s 駛過半徑 50 m 的水平彎路。求 (a) 向心加速度；(b) 所需的最小輪胎與路面摩擦係數（$g = 9.81\ \text{m/s}^2$）。	(a) $a = v^2/r = 400 / 50 = 8.0\ \text{m/s}^2$；(b) $\mu mg = mv^2/r$，$\mu = a/g = 8.0 / 9.81 = 0.8155 \approx 0.82$。	4
10	一顆人造衛星在距地心 7.0×10^6 m 的圓軌道上運行（地球質量 5.97×10^{24} kg，$G = 6.674 \times 10^{-11}\ \text{N m}^2/\text{kg}^2$）。求 (a) 軌道速率；(b) 週期（以分鐘表示）。	$GM = 3.984 \times 10^{14}$；(a) $v = \sqrt{(GM/r)} = \sqrt{(3.984 \times 10^{14} / 7.0 \times 10^6)} = \sqrt{(5.69 \times 10^7)} \approx 7.54 \times 10^3\ \text{m/s}$；(b) $T = 2\pi r/v = 2\pi \times 7.0 \times 10^6 / 7.545 \times 10^3 \approx 5.83 \times 10^3\ \text{s} \approx 97$ 分鐘。	5
11	一個質量 0.50 kg 的球以長 0.80 m 的繩在水平圓周上旋轉，轉速為 120 轉/分。求 (a) 角速度；(b) 線速率；(c) 向心加速度。	(a) $\omega = 2\pi \times 120 / 60 = 12.566 \approx 12.6\ \text{rad/s}$；(b) $v = \omega r = 12.566 \times 0.80 \approx 10.05\ \text{m/s}$；(c) $a = \omega^2 r = 12.566^2 \times 0.80 \approx 126\ \text{m/s}^2$。	4
12	某行星表面的重力加速度為 $9.81\ \text{m/s}^2$。若另一行星質量相同但半徑為兩倍，求 (a) 其表面重力加速度；(b) 質量 60 kg 的人在該行星表面的重量。	(a) $g \propto 1/r^2$，半徑加倍則 $g = 9.81 / 4 = 2.4525 \approx 2.45\ \text{m/s}^2$；(b) $W = mg = 60 \times 2.4525 = 147.15 \approx 147$ N。	4

D 部：功、能量與功率（17 分）

每題 4–5 分，須寫出能量守恆的考慮。

#	題目	答案	分數
13	以 120 N 的力沿與水平成 30° 的方向推動一個木箱，木箱沿水平面移動 8.0 m。求該力所作的功。	$W = Fd\cos\theta = 120 \times 8.0 \times \cos 30° = 120 \times 8.0 \times 0.8660 = 831.4 \approx 831$ J。	4
14	質量 400 kg 的過山車由 25 m 高處由靜止滑下至 5.0 m 高處（忽略摩擦）。求 (a) 在低處的速率；(b) 該處的動能（$g = 9.81\ \text{m/s}^2$）。	落差 = 20 m；(a) $\tfrac{1}{2}mv^2 = mg\Delta h$，$v = \sqrt{(2 \times 9.81 \times 20)} = \sqrt{392.4} = 19.81 \approx 19.8\ \text{m/s}$；(b) $KE = \tfrac{1}{2} \times 400 \times 392.4 = 78{,}480 \approx 7.8 \times 10^4$ J。	5
15	一個抽水機每分鐘把 1,200 kg 的水抽高 15 m。若抽水機效率為 0.75，求 (a) 有用功率輸出；(b) 輸入功率（$g = 9.81\ \text{m/s}^2$）。	(a) $P = mgh/t = 1{,}200 \times 9.81 \times 15 / 60 = 2{,}943 \approx 2.9$ kW；(b) $P_{入} = 2{,}943 / 0.75 = 3{,}924 \approx 3.9$ kW。	4
16	一條彈簧的勁度為 800 N/m，被壓縮 0.15 m 後釋放，推動一個 0.50 kg 的球（忽略摩擦）。求 (a) 儲存的彈性勢能；(b) 球離開彈簧時的速率。	(a) $E = \tfrac{1}{2}kx^2 = \tfrac{1}{2} \times 800 \times 0.0225 = 9.0$ J；(b) $\tfrac{1}{2}mv^2 = 9.0$，$v = \sqrt{(2 \times 9.0 / 0.50)} = \sqrt{36} = 6.0\ \text{m/s}$。	4

E 部：波的基本性質（16 分）

每題 4 分，須寫出所用公式。

#	題目	答案	分數
17	一個波的頻率為 250 Hz，波長為 1.36 m。求波速。	$v = f\lambda = 250 \times 1.36 = 340\ \text{m/s}$（相當於空氣中的聲速）。	4

18	一條長 0.80 m 的弦兩端固定，張力為 120 N，線質量密度為 0.030 kg/m。求 (a) 弦上橫波的波速；(b) 基頻。	(a) $v = \sqrt{(T/\mu)} = \sqrt{(120 / 0.030)} = \sqrt{4{,}000} \approx 63.25$ m/s；(b) $f_1 = v / 2L = 63.25 / 1.60 \approx 39.5$ Hz。	4
19	在波槽實驗中，3.0 s 內有 12 個波峰經過某一固定點，相鄰波峰相距 0.06 m。求 (a) 頻率；(b) 週期；(c) 波速。	(a) $f = 12 / 3.0 = 4.0$ Hz；(b) $T = 1/f = 0.25$ s；(c) $v = f\lambda = 4.0 \times 0.06 = 0.24$ m/s。	4
20	(a) 看見閃電後 3.5 s 才聽到雷聲，求雷擊處與觀察者的距離（聲速 340 m/s）。(b) 超聲波在組織中的頻率為 2.0 MHz，波長為 0.77 mm，求其波速。	(a) $d = vt = 340 \times 3.5 = 1{,}190 \approx 1.2 \times 10^3$ m；(b) $v = f\lambda = 2.0 \times 10^6 \times 0.77 \times 10^{-3} = 1{,}540$ m/s。	4

F 部：折射、全內反射與透鏡成像（16 分）

每題 4 分，角度須以度表示並取一位小數。

#	題目	答案	分數
21	一束光由空氣以入射角 40° 射入折射率為 1.50 的玻璃。求折射角。	$n = \sin i / \sin r$，$\sin r = \sin 40° / 1.50 = 0.6428 / 1.50 = 0.4285$，$r = 25.37° \approx 25.4°$。	4
22	求光由折射率 1.50 的玻璃射向空氣時的臨界角；並說明入射角大於臨界角時會發生甚麼現象。	$\sin c = 1/n = 1/1.50 = 0.6667$，$c = 41.81° \approx 41.8°$；入射角大於臨界角時發生全內反射，光全部反射回玻璃中，沒有折射光。	4
23	一個焦距 12 cm 的凸透鏡，物體放在鏡前 18 cm 處。求 (a) 像距；(b) 放大率；(c) 像的性質。	(a) $1/f = 1/u + 1/v$，$1/v = 1/12 - 1/18 = 1/36$，$v = 36$ cm（實像，在鏡後）；(b) $m = v/u = 36/18 = 2.0$；(c) 倒立、放大、實像。	4
24	一個焦距 15 cm 的凹透鏡，物體放在鏡前 30 cm 處。求 (a) 像距；(b) 放大率；(c) 像的性質。	(a) $f = -15$ cm，$1/v = 1/f - 1/u = -1/15 - 1/30 = -0.10$，$v = -10$ cm（虛像，與物同側）；(b) $m = v/u = -10/30 = -0.33$；(c) 正立、縮小、虛像。	4