中四物理練習卷：牛頓運動定律、動量與碰撞

中四　物理　｜　時限：60 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 22 題

甲部　牛頓運動定律與慣性

答案須用完整句子，並指出作用在物體上的力。

1. 寫出牛頓第一定律的內容，並說明「慣性」與質量的關聯。

答案：若作用在物體上的淨力為零，靜止的物體保持靜止，運動的物體繼續以恆速度沿直線運動。慣性是物體抵抗運動狀態改變的性質，質量越大，慣性越大，改變其運動狀態所需的淨力亦越大。（5 分：定律內容 3 分；慣性與質量關聯 2 分）

2. 汽車急停時，安全帶與安全氣袋如何減低乘客受傷的程度？

答案：急停時車廂迅速減速，乘客因慣性仍保持原來的速度向前運動。安全帶提供向後的力，令乘客與座位一起減速，並把力分散在較大面積的肩部與盤骨。安全氣袋在碰撞時迅速充氣，延長乘客停止的時間，按 $F = \Delta p / \Delta t$，動量變化相同而時間延長，平均力因而減小。（5 分：慣性解釋 2 分；安全帶分散力 1 分；氣袋延長時間 1 分；公式運用 1 分）

3. 以人推牆為例，說明牛頓第三定律，並解釋一對作用力與反作用力為何不會互相抵消。

答案：人推牆時，人對牆施力，牆同時對人施大小相等、方向相反的力。牛頓第三定律：兩個物體之間的相互作用力大小相等、方向相反、作用在同一直線上，並同時出現。這一對力分別作用在牆和人兩個不同物體上，故不會抵消；作用於同一物體上的力才會合成淨力。（4 分：定律內容 2 分；同時及同直線 1 分；不同物體故不抵消 1 分）

4. 區分質量與重量，並說明同一物體在月球上的質量與重量有何不同。

答案：質量是物體所含物質的多少，單位為 kg，是純量，不隨位置改變。重量是物體所受的重力，等於 mg，單位為 N，是向量，方向指向地心，隨重力加速度而變。月球表面 g 約為地球的六分之一，故同一物體在月球上質量不變，重量約為地球上的六分之一。（4 分：質量定義與單位 1 分；重量定義與單位 1 分；向量純量 1 分；月球上質量不變、重量約六分之一 1 分）

乙部　勻加速運動與 v − t 圖

一輛汽車由靜止以 2.5 m/s² 勻加速 8.0 s，然後以 4.0 m/s² 勻減速至停下。

5. 求 8.0 s 末的速率，以及加速階段行駛的距離。

答案：$v = u + at = 0 + 2.5 \times 8.0 = 20.0$ m/s；$s = ut + \tfrac{1}{2}at^2 = 0 + \tfrac{1}{2} \times 2.5 \times 8.0^2 = 80.0$ m。（5 分：速率公式與數值 2 分；距離公式 2 分；數值與單位 1 分）

6. 求減速階段行駛的距離及所需時間。

答案：由 $v^2 = u^2 + 2as$，$0 = 20.0^2 - 2 \times 4.0 \times s$，故 $s = 20.0^2 \div 8.0 = 50.0$ m。由 $v = u + at$，$t = 20.0 \div 4.0 = 5.0$ s。（5 分：距離公式 2 分；距離數值 1 分；時間公式與數值 2 分）

7. 求整段運動的總距離及全程平均速率。

答案：總距離 = 80.0 + 50.0 = 130.0 m；總時間 = 8.0 + 5.0 = 13.0 s；平均速率 = 130.0 ÷ 13.0 = 10.0 m/s。（4 分：總距離 1 分；總時間 1 分；平均速率數值 1 分；單位 1 分）

8. 在同一 v – t 圖上描述這兩段運動，並說明圖線下面積代表甚麼。

答案：首段由原點以正斜率上升至 (8.0 s, 20.0 m/s)，斜率 = 加速度 2.5 m/s²；次段由該點以負斜率下降至 (13.0 s, 0)，斜率 = 減速度 −4.0 m/s²。圖線與時間軸所圍面積代表位移，即 80.0 + 50.0 = 130.0 m，與計算結果一致。（4 分：首段描述 1 分；次段描述 1 分；斜率意義 1 分；面積代表位移 1 分）

丙部　牛頓第二定律與摩擦力

取 g = 10 m/s²。一個 5.0 kg 木塊放在水平地面上，動摩擦因數為 0.30，受 25 N 水平力推動。

9. 求木塊所受的摩擦力及加速度。

答案：正壓力 = mg = 5.0 × 10 = 50 N，故摩擦力 f = 0.30 × 50 = 15.0 N。淨力 = 25 − 15.0 = 10.0 N，加速度 a = 10.0 ÷ 5.0 = 2.0 m/s²。（5 分：正壓力 1 分；摩擦力 2 分；淨力 1 分；加速度 1 分）

10. 推力維持不變，求 4.0 s 後的速率及位移。

答案：v = at = 2.0 × 4.0 = 8.0 m/s；s = ½at² = ½ × 2.0 × 4.0² = 16.0 m。（4 分：速率 2 分；位移 2 分）

11. 若水平力增至 35 N，求新的加速度，並解釋摩擦力為何不變。

答案：正壓力仍為 50 N，動摩擦因數不變，故摩擦力仍為 15.0 N。淨力 = 35 − 15.0 = 20.0 N，a = 20.0 ÷ 5.0 = 4.0 m/s²。（5 分：摩擦力不變理由 1 分；淨力 2 分；加速度數值 1 分；單位 1 分）

12. 若地面光滑，同樣 25 N 推力下 4.0 s 的位移是多少？與有摩擦時比較。

答案：光滑地面摩擦力為零，a = 25 ÷ 5.0 = 5.0 m/s²；s = ½ × 5.0 × 4.0² = 40.0 m，較有摩擦時的 16.0 m 多 24.0 m，因為缺少摩擦力，淨力較大。（4 分：加速度 1 分；位移 1 分；比較 1 分；理由 1 分）

丁部　動量守恆與碰撞

下列碰撞在光滑水平軌道上進行，摩擦力可忽略。

13. 寫出動量的定義與單位，並說明為何動量是向量。

答案：動量 p = mv，即質量與速度的乘積，單位為 kg m/s（或 N s）。速度是向量，故動量方向與速度方向相同，計算時須設定正方向，相反方向的動量取負值。（5 分：定義 1 分；單位 1 分；向量理由 2 分；正方向處理 1 分）

14. 2.0 kg 小車以 3.0 m/s 撞向靜止的 4.0 kg 小車並黏在一起。求碰撞後共同速率。

答案：碰撞前總動量 = 2.0 × 3.0 + 4.0 × 0 = 6.0 kg m/s。碰撞後質量合為 6.0 kg，由動量守恆 6.0 = 6.0 v，故 v = 1.0 m/s，方向與原來運動方向相同。（5 分：碰撞前動量 2 分；動量守恆式 2 分；答案與方向 1 分）

15. 承上題，求碰撞前後的動能，並計算動能損失的百分比。

答案：碰撞前動能 = ½ × 2.0 × 3.0² = 9.0 J；碰撞後動能 = ½ × 6.0 × 1.0² = 3.0 J。損失 = 6.0 J，百分比 = 6.0 ÷ 9.0 × 100% = 66.7%。（4 分：碰撞前動能 1 分；碰撞後動能 1 分；損失 1 分；百分比 1 分）

16. 若 2.0 kg 小車彈性撞擊靜止的 1.0 kg 小車，求兩車碰後速度，並驗證動量與動能皆守恆。

答案：由動量守恆 $2.0 \times 3.0 = 2.0\,v_1 + 1.0\,v_2$；彈性碰撞動能守恆，且接近速率等於分離速率 $3.0 = v_2 - v_1$。解得 $v_1 = 1.0\ \text{m/s}$、$v_2 = 4.0\ \text{m/s}$。驗證：總動量 $= 2.0 \times 1.0 + 1.0 \times 4.0 = 6.0\ \text{kg m/s}$；總動能 $= \tfrac{1}{2} \times 2.0 \times 1.0^2 + \tfrac{1}{2} \times 1.0 \times 4.0^2 = 9.0\ \text{J}$，與碰撞前相同。（4 分：兩條方程 2 分；速度數值 1 分；驗證 1 分）

戊部　功、能量與功率

取 $g = 10\ \text{m/s}^2$，空氣阻力可忽略。

17. 一名 60 kg 跑手在 8.0 s 內跑上垂直高度 12 m 的樓梯。求他克服重力所作的功及平均功率。

答案：$W = mgh = 60 \times 10 \times 12 = 7200\ \text{J}$；$P = W \div t = 7200 \div 8.0 = 900\ \text{W}$。（5 分：公式 1 分；功的數值與單位 2 分；功率公式 1 分；功率數值與單位 1 分）

18. 一個 0.50 kg 球由 1.8 m 高處自由落下。求它到達地面時的速率與動能。

答案：由 $mgh = \tfrac{1}{2}mv^2$，$v = \sqrt{(2gh)} = \sqrt{(2 \times 10 \times 1.8)} = 6.0\ \text{m/s}$；動能 $= \tfrac{1}{2} \times 0.50 \times 6.0^2 = 9.0\ \text{J}$，亦等於 $mgh = 0.50 \times 10 \times 1.8 = 9.0\ \text{J}$。（5 分：能量守恆式 1 分；速率數值 2 分；動能公式 1 分；動能數值 1 分）

19. 球反彈至 0.80 m 高。求反彈後動能、損失的能量及反彈因數。

答案：反彈速率 $= \sqrt{(2 \times 10 \times 0.80)} = 4.0\ \text{m/s}$，動能 $= \tfrac{1}{2} \times 0.50 \times 4.0^2 = 4.0\ \text{J}$。損失 $= 9.0 - 4.0 = 5.0\ \text{J}$，轉為聲能與內能。反彈因數 $= 4.0 \div 6.0 = 0.667$。（4 分：動能 1 分；損失 1 分；能量去向 1 分；反彈因數 1 分）

己部　圓周運動

一個 1.5 kg 物體以 0.80 m 長的細繩在水平光滑桌面上作勻速圓周運動，速率 4.0 m/s。

20. 求物體的向心加速度及繩的張力。

答案：$a = v^2 / r = 4.0^2 \div 0.80 = 20.0\ \text{m/s}^2$，方向指向圓心。張力提供向心力，$F = ma = 1.5 \times 20.0 = 30.0\ \text{N}$。（5 分：加速度公式 1 分；數值 1 分；方向 1 分；張力數值與單位 2 分）

21. 求物體轉一周所需的時間，並解釋速率不變但速度不斷改變的原因。

答案：$T = 2\pi r / v = 2\pi \times 0.80 \div 4.0 = 1.26\ \text{s}$。勻速圓周運動中速率大小不變，但速度方向沿切線不斷改變，速度是向量，方向改變即速度改變，故有加速度，加速度指向圓心。（5 分：週期公式 1 分；數值與單位 1 分；速度方向改變 2 分；向心加速度 1 分）

22. 若細繩最多可承受 45 N 張力，求物體不致拉斷細繩的最大速率。

答案：由 $F = mv^2 / r$，$45 = 1.5 \times v^2 \div 0.80$，故 $v^2 = 45 \times 0.80 \div 1.5 = 24$，$v = 4.90\ \text{m/s}$。（4 分：公式 1 分；代數整理 1 分；數值 1 分；單位 1 分）

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。