中四物理練習卷：力學

物理　|　時限：75 分鐘　|　總分：100 分　|　共 24 題

第一部分：勻加速運動與剎車距離（16 分）

一輛汽車由靜止開始，沿直路以 2.0 m/s² 的加速度行駛 5.0 s，之後司機剎車，汽車在 4.0 s 內均勻減速至停止。以下各題只考慮直線運動，取向右為正方向。

1. (a) 求加速階段末的速度，以及該階段行走的距離。（4 分）

答案：答案：$v = u + at = 0 + 2.0 \times 5.0 = 10.0$ m/s；$s = ut + \tfrac{1}{2}at^2 = 0 + \tfrac{1}{2} \times 2.0 \times 25 = 25.0$ m。評分：速度式與數值 2 分、距離式與數值 2 分。

2. (b) 求剎車階段的加速度（大小與方向）。（4 分）

答案：答案：$a = (v - u) \div t = (0 - 10.0) \div 4.0 = -2.5$ m/s²，即加速度大小為 2.5 m/s²，方向與運動方向相反。評分：代入式 2 分、數值 1 分、方向說明 1 分。

3. (c) 求剎車距離，以及全程總距離。（4 分）

答案：答案：用 $v^2 = u^2 + 2as$，$0 = 100 - 2 \times 2.5 \times s$，故剎車距離 $s = 100 \div 5.0 = 20.0$ m。全程 $= 25.0 + 20.0 = 45.0$ m。評分：運動公式 2 分、剎車距離 1 分、總距離 1 分。

4. (d) 同一輛車在濕滑路面上剎車距離明顯增加。以牛頓第二定律說明原因，並指出反應距離與剎車距離的分別。（4 分）

答案：答案：濕滑路面的摩擦系數較小，最大摩擦力較小，由牛頓第二定律 $a = F \div m$，減速度較小，故在同一初速下剎車距離增加。反應距離是司機由察覺危險到踩下剎車踏板期間汽車以原速行走的距離，取決於反應時間；剎車距離是制動開始至停止的距離，取決於初速與減速度。評分：摩擦力與減速度 2 分、反應距離定義 1 分、剎車距離定義 1 分。

第二部分：斜面上的摩擦力與運動（17 分）

一個質量 5.0 kg 的木塊由斜面的頂端由靜止滑下。斜面與水平面成 30°，木塊與斜面之間的動摩擦系數為 0.25，斜面長度足夠。取 $g = 9.81$ m/s²。

5. (a) 求重力沿斜面方向的分量，以及斜面對木塊的正向力。（4 分）

答案：答案：沿斜面分量 $= mg\sin\theta = 5.0 \times 9.81 \times 0.5 = 24.52$ N；正向力 $= mg\cos\theta = 5.0 \times 9.81 \times \cos 30^\circ = 42.48$ N。評分：分量式 2 分、正向力式 2 分（數值錯誤但式子正確仍給 1 分）。

6. (b) 求木塊所受的動摩擦力大小。（4 分）

答案：答案：$f = \mu N = 0.25 \times 42.48 = 10.62$ N，方向沿斜面向上。評分：公式 2 分、代入與數值 1 分、方向 1 分。

7. (c) 求木塊沿斜面下滑的加速度。（4 分）

答案：答案：合力 $= 24.52 - 10.62 = 13.91$ N，故 $a = F \div m = 13.91 \div 5.0 = 2.78$ m/s²，方向沿斜面向下。評分：合力 2 分、牛頓第二定律 1 分、數值與方向 1 分。

8. (d) 木塊滑行 4.0 m 需時多少？並說明為何摩擦系數增大時所需時間會增加。（5 分）

答案：答案：由 $s = \frac{1}{2}at^2$，$4.0 = \frac{1}{2} \times 2.78 \times t^2$，$t^2 = 8.0 \div 2.78 = 2.876$，$t = 1.70$ s。摩擦系數增大令摩擦力增大，沿斜面的合力減小，加速度減小，故同一距離所需時間增加。評分：運動公式 2 分、時間 2 分、解釋 1 分。

第三部分：動量守恆與碰撞（17 分）

一輛質量 2.0 kg 的實驗小車以 3.0 m/s 在水平路軌上運動，撞向一輛靜止、質量 4.0 kg 的小車。碰撞後兩車扣在一起以共同速度運動，路軌摩擦力可忽略。

9. (a) 求碰撞後兩車的共同速度。（4 分）

答案：答案：動量守恆，$2.0 \times 3.0 + 0 = (2.0 + 4.0) \times v$，故 $v = 6.0 \div 6.0 = 1.00$ m/s，方向與原運動方向相同。評分：動量守恆式 2 分、數值 1 分、方向 1 分。

10. (b) 求碰撞前後的總動能，並求動能損失。（4 分）

答案：答案：碰撞前 $= \frac{1}{2} \times 2.0 \times 9.0 = 9.0$ J；碰撞後 $= \frac{1}{2} \times 6.0 \times 1.0 = 3.0$ J；損失 $= 6.0$ J。評分：前 1 分、後 1 分、損失 1 分、單位 1 分。

11. (c) 求碰撞期間 4.0 kg 小車所受的衝量。（4 分）

答案：答案：衝量 = 動量改變 $= 4.0 \times (1.0 - 0) = 4.00$ N s，方向與原運動方向相同。亦可由 2.0 kg 小車的動量改變 -4.0 N s 說明兩者大小相等、方向相反。評分：定義 2 分、數值 1 分、方向或牛頓第三定律說明 1 分。

12. (d) 動能減少 66.7 個百分點，但動量守恆。解釋兩者為何可以同時成立，並指出損失的動能去了哪裡。（5 分）

答案：答案：動量是向量，碰撞期間系統所受外力的合力為零，故總動量守恆；動能是純量，可以轉化為其他形式。這是完全非彈性碰撞，兩車扣在一起後不再分開，部分動能轉化為形變、聲音與內能（熱）。動量與動能是兩個不同的守恆條件，前者守恆不要求後者守恆。評分：動量守恆理由 2 分、動能可轉化 2 分、能量去向 1 分。

第四部分：衝量、動量改變與撞擊力（17 分）

一個質量 0.50 kg 的球以 8.0 m/s 垂直撞向牆壁，並以 6.0 m/s 沿同一直線反彈。球與牆的接觸時間為 0.020 s。取球撞向牆的方向為正方向。

13. (a) 求球的動量改變，並說明方向。（4 分）

答案：答案：初動量 $= 0.50 \times 8.0 = 4.0$ N s；末動量 $= 0.50 \times (-6.0) = -3.0$ N s；改變 $= -3.0 - 4.0 = -7.00$ N s，即大小 7.0 N s，方向與撞向牆的方向相反（指向球飛出的方向）。評分：初末動量各 1 分、相減 1 分、方向 1 分。

14. (b) 求牆對球的平均力。（5 分）

答案：答案：$F = \Delta p \div \Delta t = 7.00 \div 0.020 = 350.0$ N，方向與撞向牆的方向相反。評分：衝量與動量改變的關係 2 分、代入 1 分、數值 1 分、方向 1 分。

15. (c) 若接觸時間延長至 0.040 s 而動量改變相同，求平均力。（4 分）

答案：答案：同一動量改變下 F 與 Δt 成反比，$F = 7.00 \div 0.040 = 175.0$ N，約為原來的一半。評分：反比關係 2 分、數值 1 分、比較 1 分。

16. (d) 由此說明汽車碰撞時的安全氣囊與緩衝區如何保護乘客，並解釋為何「跟隨球勢」會令網球擊球力量更大。（4 分）

答案：答案：安全帶、安全氣囊與緩衝區延長接觸時間，在人體所能承受的動量改變下把平均力減小，避免局部受壓過大。擊球時跟隨球勢延長球拍與球的接觸時間，同時讓球拍的動量改變更大，兩者都令衝量增大，故球速更高。評分：延長時間與減力 2 分、氣囊或緩衝區實例 1 分、跟隨球勢解釋 1 分。

第五部分：圓周運動與向心力（16 分）

一輛質量 1200 kg 的汽車以 15 m/s 駛過半徑 50 m 的水平彎路。輪胎與路面之間的摩擦系數為 0.60。取 g = 9.81 m/s²。

17. (a) 求汽車的向心加速度。（4 分）

答案：答案：a = v² ÷ r = 225 ÷ 50 = 4.50 m/s²，方向指向彎路的圓心。評分：公式 2 分、數值 1 分、方向 1 分。

18. (b) 求所需的向心力，並指出由哪個力提供。（4 分）

答案：答案：F = ma = 1200 × 4.50 = 5400.0 N，由路面對輪胎的橫向靜摩擦力提供。評分：牛頓第二定律 1 分、數值 2 分、指出摩擦力 1 分。

19. (c) 求汽車在此彎路可行駛的最大速率。（4 分）

答案：答案：最大靜摩擦力 f = μmg = 0.60 × 1200 × 9.81 = 7063 N；令 mv²/r = μmg，得 v² = μgr = 0.60 × 9.81 × 50 = 294.3，故 v = 17.16 m/s。評分：最大摩擦力 2 分、令其等於向心力 1 分、答案 1 分。

20. (d) 若路面濕滑令摩擦系數降至 0.40，最大速率變為多少？並解釋乘客為何感覺被推向彎路外側。（4 分）

答案：答案：v = 開方(0.40 × 9.81 × 50) = 開方(196.2) = 14.0 m/s。乘客在慣性下傾向沿切線方向直線前進，車身轉向而人被車門或座椅從外側推入，乘客感到的是車廂施加的向心力，並非真正有一個向外的力作用在人身上。評分：新速率 2 分、慣性解釋 2 分。

第六部分：功、能量與功率（17 分）

一輛質量 1500 kg 的汽車在直路上由靜止均勻加速至 20 m/s，需時 8.0 s。行駛期間受到大小恆為 400 N 的阻力。

21. (a) 求汽車動能的增加量。（4 分）

答案：答案：ΔKE = ½mv² − 0 = ½ × 1500 × 400 = 300000.0 J。評分：公式 2 分、數值 1 分、單位 1 分。

22. (b) 求這 8.0 s 內汽車行駛的距離，以及克服阻力所作的功。（5 分）

答案：答案：平均速度 = (0 + 20) ÷ 2 = 10 m/s，距離 = 10 × 8.0 = 80.0 m。克服阻力的功 = 400 × 80.0 = 32000.0 J。評分：平均速度 2 分、距離 1 分、功 2 分。

23. (c) 求引擎在這段時間內所作總功與平均功率。（4 分）

答案：答案：總功 = 動能增加 + 克服阻力作功 = 300000.0 + 32000.0 = 332000.0 J。平均功率 = 332000.0 ÷ 8.0 = 41500.0 W，即 41.5 kW。評分：能量守恆 2 分、總功 1 分、功率 1 分。

24. (d) 求 t = 8.0 s 時引擎的瞬時功率，並解釋為何它高於平均功率。（4 分）

答案：答案：加速度 = 20 ÷ 8.0 = 2.5 m/s²，淨力 = 1500 × 2.5 = 3750 N，所需驅動力 = 3750 + 400 = 4150 N。瞬時功率 = Fv = 4150 × 20 = 83000.0 W，即 83 kW。因為功率等於力乘速度，速度由零增至 20 m/s，故末段功率遠高於全程平均值。評分：驅動力 2 分、瞬時功率 1 分、解釋 1 分。

TutorZone 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。