

注意：①作答前應先檢查答案卡(卷)，測驗入場通知書編號、座位標籤、應試科目是否相符，如有不同應立即請監試人員處理。使用非本人答案卡(卷)作答者，該節不予計分。
 ②本試卷為一張雙面，測驗題型分為【四選一單選擇題 40 題，每題 1.5 分，共 60 分；非選擇題 2 大題，每題 20 分，共 40 分】，共 100 分。
 ③選擇題限以 2B 鉛筆於答案卡上作答，請選出一個正確或最適當答案，答錯不倒扣；以複選作答或未作答者，該題不予計分。
 ④非選擇題限以藍、黑色鋼筆或原子筆於答案卷上採橫式作答，並請依標題指示之題號於各題指定作答區內作答。
 ⑤請勿於答案卡(卷)上書寫應考人姓名、入場通知書編號或與答案無關之任何文字或符號。
 ⑥本項測驗僅得使用簡易型電子計算器(不具任何財務函數、工程函數、儲存程式、文數字編輯、內建程式、外接插卡、攝(錄)影音、資料傳輸、通訊或類似功能)，且不得發出聲響。應考人如有下列情事扣該節成績 10 分，如再犯者該節不予計分。1.電子計算器發出聲響，經制止仍執意續犯者。2.將不符規定之電子計算器置於桌面或使用，經制止仍執意續犯者。
 ⑦答案卡(卷)務必繳回，未繳回者該節以零分計算。

壹、四選一單選擇題 40 題 (每題 1.5 分)

【4】1.有關力學(Mechanics)，下列敘述何者錯誤？

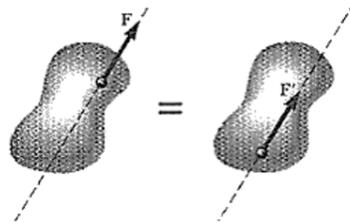
- ①力學(Mechanics)是描述和預測物體在力作用下的靜止或運動狀態的科學
- ②力學是一門應用科學，不是抽象或純粹的科學
- ③力學可分為三個類別：剛體力學，可變形體(Deformable bodies)力學，流體力學
- ④在牛頓力學中，空間、時間、質量和力是絕對概念，彼此獨立

【2】2.數學式表示為 $\vec{F} = m\vec{a}$ 是牛頓的哪一個定律？

- ①第一定律 ②第二定律 ③第三定律 ④引力定律

【3】3.如【圖 3】所示，下列何者是力 F 作用於剛體的意義？

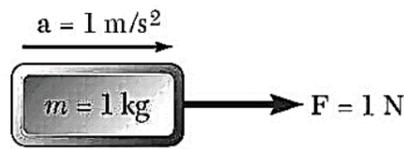
- ①牛頓第一定律
- ②平行四邊形定律
- ③力的傳遞性原理
- ④引力定律



【圖 3】

【1】4.下列何者不符合【圖 4】的意義？

- ① 1 kg 重量的剛體
- ② 1 牛頓的作用力
- ③ 加速度為 1 m/s^2
- ④ $(1 \text{ kg})(1 \text{ m/s}^2) = 1 \text{ N}$



【圖 4】

【2】5.某拉伸彈簧承受 100 N 拉力，彈簧伸長了 20 mm，該彈簧常數 k (Spring constant) 為何？

- ① 2 kN/m ② 5 kN/m ③ 5 N/m ④ 2 N/m

【1】6.有關笛卡爾單位向量(Cartesian unit vectors)的向量積，下列敘述何者錯誤？

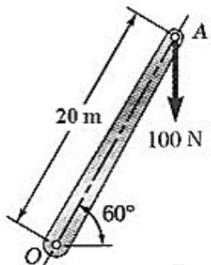
- ① $\vec{i} \times \vec{i} = 1$ ② $\vec{j} \times \vec{i} = -\vec{k}$ ③ $\vec{k} \times \vec{i} = \vec{j}$ ④ $\vec{j} \times \vec{k} = \vec{i}$

【3】7. 100 N 的垂直力施加到連接到【圖 7】O 軸桿的末端 A，該力對 O 的力矩(Moment)為何？

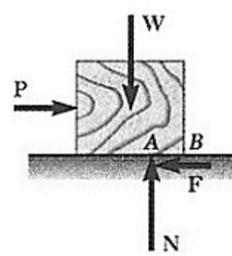
- ① 800 N·m ② 900 N·m ③ 1000 N·m ④ 1385 N·m

【2】8.如【圖 8】在水平面上的重量為 W 的塊狀物體。當施加在塊上水平力 P，為使該塊保持靜止及平衡，表面反應的靜摩擦力 F 是必需的。有關「最大靜摩擦力」，下列敘述何者錯誤？

- ①與作用力 N 成正比
- ②和接觸面積成正比
- ③與接觸面的條件與形式有關
- ④等於 $\mu_s N$ ，其中 μ_s 為靜摩擦係數



【圖 7】



【圖 8】

【3】9.某物體直線運動的位移關係式為 $x = t^3 - 6t^2 + 30$ ，位移 x 公尺，時間 t 秒。經過 4 秒時，速度為何？

- ① 7 m/s ② 4 m/s ③ 0 ④ -2 m/s

【4】10.下列何者與其他三個選項意義不相同？

- ①「動能」與「功」的單位 ② J
- ③ N·m ④ $\text{kg}(\text{m/s}^2)$

【1】11.某曲柄(Crank)AB 長度為 8 cm，以角速度 200 rad./sec 繞著 A 旋轉，端點 B 的速度為何？

- ① 1600 cm/sec ② 1500 cm/sec ③ 1400 cm/sec ④ 1300 cm/sec

【3】12.一輛卡車以 10 m/s 的速度前進中踩下制動器(煞車)。據觀察，卡車滑行 7.5 m 處停止。卡車滑行至停止期間的加速度為何？(假設為均勻加速度 Uniform acceleration)

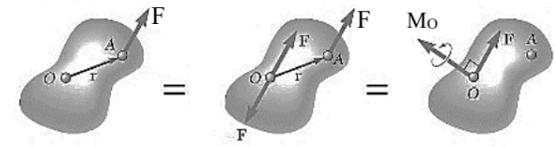
- ① -4.67 m/s^2 ② -5.67 m/s^2 ③ -6.67 m/s^2 ④ -7.67 m/s^2

【2】13.有一鋼桿承受軸向拉力，得知軸向拉應力為 $16 \times 10^6 \text{ Pa}$ 。該鋼材的彈性模數為 200 GPa，拉力方向的應變為何(Strain)？

- ① 8×10^{-7} ② 80×10^{-6} ③ 1.25×10^{-7} ④ 12.5×10^{-6}

【4】14.有關力學基本單位換算，下列敘述何者錯誤？

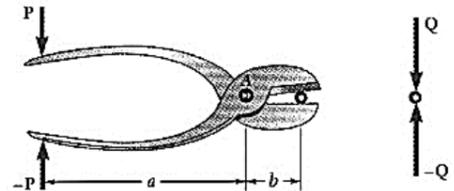
- ① $9.81 \text{ N} = (1 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2)$
- ② 1 磅(lb)質量 = 0.4536 kg
- ③ 1 磅(lb)力 = $(0.4536 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2)$
- ④ 5 磅(lb)力 = 25.5 N



【圖 15】

【4】15.【圖 15】中表示某剛體的受力狀態，何者是錯誤的表達與描述？

- ①左圖表示向量力 F 作用在 A 處
- ②中間圖表示在 O 處附加相等且相反的力向量不會對剛體產生任何影響
- ③右圖表示可以用等效的力向量 F 和力偶(Couple)向量 M_o 替代
- ④該力偶的向量數學式為 $M_o = r \cdot F$

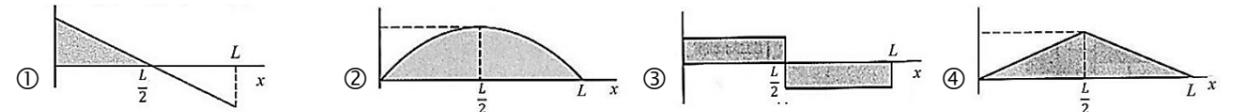


【圖 16】

【3】16.【圖 16】中為一把用於剪斷導線的剪鉗。若在其手柄上施加兩個相等且相反的力 P 和 -P，將使在導線上施加兩個相等且相反的力 Q 和 -Q。若輸入力 P 為已知，輸出力 Q 為何？

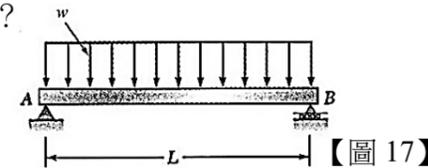
- ① $(a + b)P$ ② abP ③ $\frac{a}{b}P$ ④ $\frac{b}{a}P$

【2】17.如【圖 17】為均勻分佈荷重的樑結構，下列何者是正確的力矩曲線圖(Moment curve)？

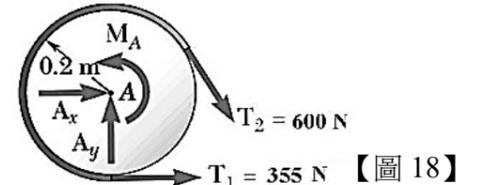


【1】18.如【圖 18】的平皮帶輪緊側與鬆側的張力分別是 600 N 與 355 N。皮帶可以在皮帶輪 A 上施加的最大扭矩(Torque)為何？

- ① 49 N·m
- ② 54 N·m
- ③ 59 N·m
- ④ 65 N·m



【圖 17】



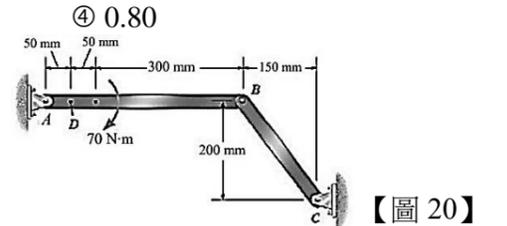
【圖 18】

【3】19.某輛車前進中踩下煞車器致滑行停止，據觀察，該車滑行至停止期間的均勻加速度為 -7.0 m/s^2 ，車輪的動摩擦(Kinetic friction)係數為何？

- ① 0.57 ② 0.66 ③ 0.71

【4】20.如【圖 20】的結構及負荷，作用於 B 的 BC 桿內力為何？

- ① 190.75 N
- ② 200.75 N
- ③ 208.75 N
- ④ 218.75 N



【圖 20】

【2】21.一軸向載重為 3P，作用在直徑為 60 mm 的軸上。令軸向應力不超過 55 MPa，最大 P 力為何？

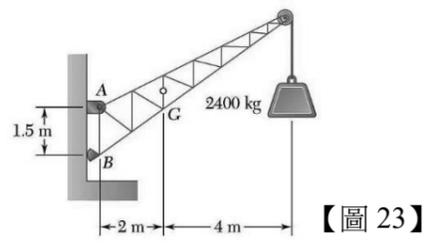
- ① 45.6 kN ② 51.8 kN ③ 58.3 kN ④ 65.4 kN

【1】22.截面積為 400 mm^2 ，長度為 400 mm 之鋁管兩端承受 80 kN 的軸向壓力， $E = 70 \text{ GPa}$ 。該鋁管的長度改變量為多少？

- ① -0.001143 m ② -0.001651 m ③ -0.01651 m ④ -0.01143 m

【2】23.由【圖 23】A 處為銷釘和 B 處為滾子(Roller)支撐的固定式起重機，其質量為 1000 公斤，用於提升 2400 公斤的物件。起重機的重心位於 G 處。B 處的反作用力為何？

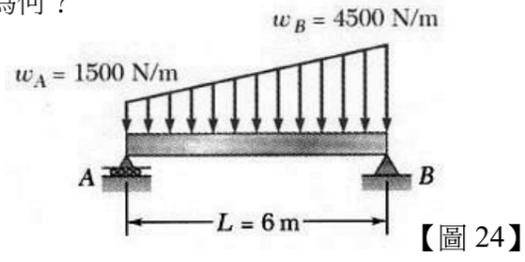
- ① 103 kN
- ② 107 kN
- ③ 112 kN
- ④ 117 kN



【圖 23】

【1】24.如【圖 24】所示為一個樑支撐分佈載荷，「等效集中載荷」及「該集中載荷距離 A 的位置」分別為何？

- ① 18 kN, 3.5 m
- ② 15 kN, 5 m
- ③ 25 kN, 4 m
- ④ 18 kN, 3 m



【圖 24】

【3】25.一般金屬的柏以松比(Poisson ratio)大約多少？

- ① 3.0
- ② 0.5
- ③ 0.3
- ④ 0.05

【2】26.楊氏模數(Young's modulus)的單位，與下列何種物理量的單位不相同？

- ① 壓力(pressure)
- ② 應變(strain)
- ③ 應力(stress)
- ④ 剪應力(shear stress)

【3】27.應變(strain)在 MKS 制中的單位是什麼？

- ① m
- ② N
- ③ 1
- ④ N/m²

【2】28.建築物受到地震來回搖晃時，最大剪應力(maximum shear stress)撕裂出之裂縫，會出現在牆壁的幾度角？

- ① 30°
- ② 45°
- ③ 60°
- ④ 90°

【4】29.已知旋轉座標系（原點同固定座標系， \vec{r} 是位置向量， $\vec{\omega}$ 是角速度向量）之某質點加速度關係式 $\ddot{\vec{r}} = \ddot{r}\vec{e}_r + 2\vec{\omega} \times \dot{\vec{r}} + \dot{\vec{\omega}} \times \vec{r} + \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r})$ ，其中何者是柯氏(Coriolis)加速度？

- ① $\ddot{r}\vec{e}_r$
- ② $2\vec{\omega} \times \dot{\vec{r}}$
- ③ $\dot{\vec{\omega}} \times \vec{r}$
- ④ $\vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r})$

【1】30.因應混凝土抗壓卻不抗拉，所以需要加上鋼筋以抗拉，原因何在？

- ① 鋼筋具有彈性
- ② 鋼筋較為硬脆
- ③ 鋼筋楊氏模數(Young's modulus)很低
- ④ 鋼筋柏以松比(Poisson ratio)接近 0.5

【3】31.結構物若垂直軸向負載太重，加上橫向位移擾動（例如地震），會導致柱子被破壞，屬於下列哪一種變形？

- ① 拉伸(tension)
- ② 壓縮(compression)
- ③ 挫曲(buckling)
- ④ 彎曲(bending)

【3】32.靜定(statically determinate)結構內各支架受力，不必滿足下列哪一個方程式？

- ① 力平衡方程式
- ② 力矩平衡方程式
- ③ 變形相容(compatibility)方程式
- ④ 虎克定律(Hooke's law)

【4】33.所謂空氣流動的動壓(dynamic pressure)等於空氣密度乘上流速平方再除以 2，單位不是下列何者？

- ① Pa
- ② psi
- ③ N/m²
- ④ 公斤重

【2】34.所謂空氣流動的靜壓(static pressure)為下列何者？

- ① 水壓
- ② 大氣壓力
- ③ 蒸氣壓
- ④ 等於動壓

【4】35.液壓系統發生空氣滲入液壓油管路中造成閉鎖的問題，與下列何者有關？

- ① 液壓油的黏滯性
- ② 空氣的黏滯性
- ③ 液壓油的不可壓縮性
- ④ 空氣的可壓縮性

【2】36.若朝向兩片分開的垂直紙板中間吹氣，預計將發生什麼事？

- ① 兩紙板分開
- ② 兩紙板靠近
- ③ 兩紙板不動
- ④ 不確定發生什麼事

【2】37.在真空中實施同質量的羽毛與鐵塊同時落地，是驗證下列哪一定律或理論？

- ① 牛頓第一定律
- ② 牛頓第二定律
- ③ 牛頓第三定律
- ④ 牛頓光學微粒理論

【4】38.鳥類在天上翱翔飛行(gliding)，不受到下列何種力量之力平衡？

- ① 重力(weight)
- ② 升力(lift)
- ③ 空氣阻力(air drag)
- ④ 翅膀推力(wing propulsion)

【1】39.有關中性軸(neutral axis)，下列敘述何者錯誤？

- ① 視樑之往上或往下變形，來決定中性軸是拉伸或壓縮
- ② 若樑向下彎曲變形，中性軸以上部位呈現拉伸
- ③ 若樑向下彎曲變形，中性軸以下部位呈現壓縮
- ④ 中性軸通過樑截面之形心(centroid)

【4】40.有關如何估計飛機與風力機運作所需的功率(power)，下列敘述何者錯誤？

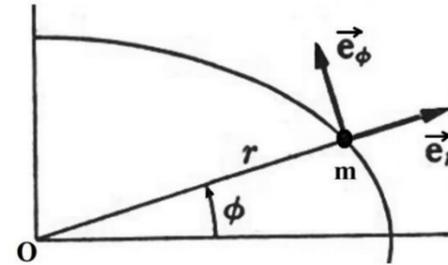
- ① 若飛機進行等速直線運動，飛行功率即為其飛行速度乘以空氣阻力
- ② 若風力機進行等轉速旋轉運動，運轉功率即為其角速度乘以轉矩
- ③ 功率單位是瓦特[W]
- ④ 若以電力驅動，以使用掉多少度電來描述其功率

貳、非選擇題 2 大題（每題 20 分）

第一題：

對於【圖一】極座標(r,φ)(polar coordinate)某一質點 m，假設其離原點 O 距離 r 之位移向量為 $\vec{r} = r\vec{e}_r$ ，其中 \vec{e}_r 為徑向(radial)之單位向量，另有切向(tangential)單位向量 \vec{e}_ϕ ，垂直於 \vec{e}_r 。請回答下列問題：

- (一) 請說明（加上繪圖輔助）為何徑向單位向量對時間微分 $\dot{\vec{e}}_r = \dot{\phi}\vec{e}_\phi$ ？【5 分】
- (二) 請說明（加上繪圖輔助）為何切向單位向量對時間微分 $\dot{\vec{e}}_\phi = -\dot{\phi}\vec{e}_r$ ？【5 分】
- (三) 請推導速度向量 $\vec{v} = \dot{\vec{r}} = \dot{r}\vec{e}_r + r\dot{\phi}\vec{e}_\phi$ ？【5 分】
- (四) 請推導加速度向量 $\vec{a} = \ddot{\vec{r}} = (\ddot{r} - r\dot{\phi}^2)\vec{e}_r + (r\ddot{\phi} + 2\dot{r}\dot{\phi})\vec{e}_\phi$ ？【5 分】

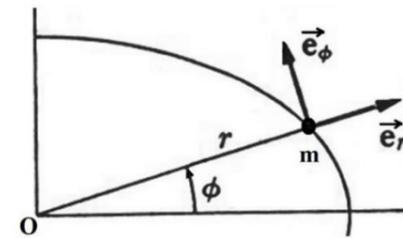


【圖一】

第二題：

對於地球慣性座標原點 O 與質量 m 而言，若在徑向(r 方向，參考【圖二】)存在萬有引力滿足 $F = ma = -K\frac{Mm}{r^2}$ ；其中 M 為地球質量，K 為比例常數，請回答下列問題：

- (一) 依據加速度向量 $\vec{a} = \ddot{\vec{r}} = (\ddot{r} - r\dot{\phi}^2)\vec{e}_r + (r\ddot{\phi} + 2\dot{r}\dot{\phi})\vec{e}_\phi$ ，請寫下 r 方向與 ϕ 方向之兩條動力方程式？【8 分】
- (二) 其中一式可以完整積分為一個守恆量 $r^2\dot{\phi} = \text{Constant} = C$ 。請推導其過程？【6 分】
- (三) 其中一式可以繼續處理成為二次曲線的方程式。請推導其過程？【6 分】



【圖二】