國立成功大學
114學年度碩士班招生考試試題

編　號：186

系　所：體育健康與休閒研究所

科　目：運動科學概論

日　期：0211

節　次：第 3 節

注　意：1.不可使用計算機
2.請於答案卷(卡)作答，於試題上作答，不予計分。

一、名詞解釋（15 分，每題 3 分）：請簡述以下專有名詞在運動生理上的意義。

1. Hyperventilation
2. Isokinetic Contraction
3. Lean Body Mass
4. Motor Unit
5. Cardiovascular Drift

二、簡答題（35 分）

1. 請解釋為什麼運動後會出現 Excess Post-exercise Oxygen Consumption，並討論其對能量代謝的影響（7 分）。
2. 請簡述 Lactate Threshold 的生理意義，並討論其對於運動訓練規劃的可能角色（9 分）。
3. 請討論 delayed-onset muscle soreness 的生理機制及如何透過訓練和恢復策略減少其影響（9 分）。
4. 請設計一個實驗來探討高強度間歇訓練對於有氧與無氧代謝系統適應的影響，內容需包含研究假設、方法與預期結果的簡易說明（10 分）。

力學之部份（含基本知識與考題）

基本知識 Basic Knowledge（如果你已熟悉向量運算和微積分，可直接開始答題）：

所謂的純量(scalar)是不具方向性的物理量，如：溫度、時間、質量。向量(vector)則是具有方向性的物理量，如：位移、速度、加速度、。

假設一固定於地球的座標系（使用卡氏座標系）的三個方向為 $\hat{x}$，$\hat{y}$，$\hat{z}$。這三個方向彼此互相垂直，且皆為量值=1 的單位向量。對於一般量值不為 1 的向量，這裡會加上底線代表是向量。

若已知向量 $\underline{a}$ 的三個分量（分別為 $a_1, a_2,$ 和 a_3），即 $\underline{a} = a_1\hat{x} + a_2\hat{y} + a_3\hat{z}$ 。向量 $\underline{a}$ 的量值（以$|\underline{a}|$的符號表示）為，$|\underline{a}| = \sqrt{(a_1)^2+(a_2)^2+(a_3)^2}$ 。與之類似，若向量 $\underline{b} = b_1\hat{x} + b_2\hat{y} + b_3\hat{z}$ ，則其量值$|\underline{b}| = \sqrt{(b_1)^2+(b_2)^2+(b_3)^2}$ 。

所謂兩向量的內積，是其相對應的分量乘積的總合，為一純量。例如 $\underline{a}$ 和 $\underline{b}$ 的內積（符號為 $\underline{a}\bullet\underline{b}$），即為 $\underline{a}\bullet\underline{b} = a_1b_1 + a_2b_2 + a_3b_3$ 。此內積純量也可以用另一種方式求出，即$|\underline{a}||\underline{b}|(\cos\theta)$。這裡的 θ 為兩向量間的夾角。

所謂兩向量 $\underline{a}$ 和 $\underline{b}$ 的外積（其結果為向量，符號為 $\underline{a}\times\underline{b}$），定義為：

$\underline{a}\times\underline{b} = \begin{bmatrix} \hat{x} & \hat{y} & \hat{z} \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \end{bmatrix} = (a_2b_3 - a_3b_2)\hat{x} + (a_3b_1 - a_1b_3)\hat{y} + (a_1b_2 - a_2b_1)\hat{z}$。另一種求外積的方式為分別求出其量值和方向。即 $\underline{a}\times\underline{b}$ 的量值為$|\underline{a}\times\underline{b}| = |\underline{a}||\underline{b}|(\sin\theta)$。而方向（量值=1）為依據右手定則，同時垂直於 $\underline{a}$ 和

b 的方向。這裡的右手定則，是指當右手的四指先指向 a，再朝的 b 的方向卷曲，則此時拇指的方向即為所求的方向。此外，卡氏座標系的三個方向有這樣的特性：$\hat{x}\times\hat{y}=\hat{z}$，$\hat{y}\times\hat{z}=\hat{x}$；$\hat{z}\times\hat{x}=\hat{y}$。

微分基本概念：假設 f 為 x 的函數，即 f=f(x)。通常這些函數 f(x)和 g(x),可以簡寫成 f 和 g。所謂 df/dx，即 f 對 x 的微分，定義為當 h 趨近 0 時，(f(x+h)-f(x))/h 的值。從定義可證明 $dx^n/dx = nx^{n-1}$; dsin(x)/dx = cos(x); dcos(x)/dx = -sin(x); d(*ln*x)/dx=1/x; $de^x/dx = e^x$；還有一些常用公式如 product rule: d(fg)/dx = (df/dx)g + f(dg/dx), 即把兩函數的乘積微分，等於前者的微分乘以後者，加上後者的微分乘以前者； chain rule: 若 f=f(x)且 x=x(t)，則 df/dt = (df/dx)(dx/dt)，即 f 對 x 的微分乘以 x 對 t 的微分。
積分基本概念：∫f(x)dx = F(x)+C, 這裡的 F 為 f 的反導數，即 dF/dx = f, 而 C 為常數。例如$\int x^n\,dx = x^{n+1}/(n+1) + C$。若積分符號有上下標，例如從 x=a 積分到 x=b，則積分的結果為 F(b)-F(a) （不需再加上常數 C）。假設 u 和 v 皆為 x 的函數，則∫udv = uv –∫vdu (分部積分)。

正式的題目從這裡開始 Formal exam questions start from here.

三、選擇題，每題 3 分，共 24 分

1. 牛頓第一運動定律（慣性定律）表明，原本進行等速直線運動之物體，所受外力合力=0 時會：A) 停止運動。B) 保持靜止。C) 保持等速直線運動。D) 開始加速
2. 跳水選手從 10 m 高台自由下落(初速=0)，若忽略空氣阻力，落水前質心速度是多少 m/s ？（假設重力加速度為 9.8 m/s^2） A) 11。B) 12。C) 13。D) 14。
3. 你將一物體用繩子綁住後，使其進行在水平面的圓周運動(半徑 1 m)。若物體的質量為 3 kg，切線速率為 4 m/s，則你需提供多少牛頓的向心力以維持圓周運動？ A) 48。B) 36。C) 24。D) 12。
4. 承上題，若圓周運動在鉛直面(垂直於水平面)上進行，半徑仍為 1 m。物體要保持圓周運動的話（在最高點時不會因重力而讓軌跡變形），至少需多大的切線速率？A) 2.13 B) 3.13 C) 4.13 D) 5.13
5. 一個在斜面上之物體質量為 5 kg，斜面與水平的夾角為 30°，重力加速度為 9.8 m/s^2，假設無摩擦力，物體在斜面上的加速度是多少？ A) 4.9 m/s^2 B) 9.8 m/s^2 C) 5 m/s^2 D) 3.4 m/s^2
6. 考慮另一有摩擦力之斜面(與水平夾角為 θ)，上面的物體雖然目前靜止，但稍微將斜度加大一點點則物體便開始滑動。則物體在此斜面之靜摩擦係數為 A) sinθ B) cosθ C) tanθ D) 1-sinθ
7. 一顆球的質量為 0.2 kg，並以 40 m/s 的速度水平飛來，若你揮棒將球沿著原本飛來的方向擊出，球離開你的速度為 30 m/s，表示你施給球的衝量為多少 N-s (牛頓-秒)? A) 14 B) 10 C) 5 D) 1。
8. 體操選手的質量為 60 kg。若目前進行團身空翻時，其質心線速率為 3 m/s, 空翻轉速為每秒 2 周且等效轉動慣量為 10 $kg\text{-}m^2$。其總體動能約為多少焦耳？ A) 1040 B) 1050 C) 1060 D) 1070

四、計算題(共 26 分)

1. (6 分) 向量 a 在三度空間的三個分量分別為 2, 1, 5，即 $\underline{a}=2\hat{x}+\hat{y}+5\hat{z}$。向量 $\underline{b}=3\hat{x}+4\hat{y}+6\hat{z}$。
   1.1. 求此兩向量之內積(a•b)。
   1.2. 求 a 和 b 的外積（即為 a×b）。

2. 所謂 df/dx，即函數 f(x)對 x 的微分，定義為當 h 趨近 0 時，(f(x+h)-f(x))/h 的值。根據此定義，請證明
   2.1. (2 分) $d(x^3)/dx = 3x^2$。
   2.2. (3 分) $\frac{d}{dx}(\sqrt{x}) = \frac{1}{2\sqrt{x}}$

3. Function f(t) is defined for positive values of t. The Laplace transform of f(t), denoted as L{f(t)}, is defined as: $L\{f(t)\} = F(s) = \int_0^\infty e^{-st} f(t)\, dt$

   That is, after the transform, f(t) becomes a new function F which is a function of variable s.
   3.1. (3 分) Show that $L\{e^{at}\} = 1/(s-a)$.
   3.2. (3 分) Let df(t)/dt be denoted as f'(t). Then show that $L\{f'(t)\} = sF(s)-f(0)$. You may need to apply integration by parts for the calculation.

4. (每小題 3 分，共 9 分) 假設鏈球運動可由下圖的模型來模擬。固定於地球的座標系統 A 的三個互相垂直的單位向量分別為 a_x, a_y, and a_z。固定於選手身上的座標系統 B 的三個互相垂直的單位向量分別為 b_x, b_y, and b_z。一開始這兩個座標系統重合，接下來選手開始旋轉動作，即座標系統 B 繞著 b_z(與 a_z 保持同方向)旋轉了角度 φ。假設 P 點為手的位置而 Q 點為球的位置。
   4.1. 若 b_z 與 a_z 重合，請將單位向量 b_y 以角度 φ 和座標系統 A 的 a_x, a_y 來表示。
   4.2. 假設 O 點固定並先假設球在 P 點位置，即從 O 指到 P 的位置向量 $\underline{r}_{OP} = Rb_x = R(a_x\cos\varphi - a_y\sin\varphi)$. 則從 A 座標系統觀察的 P 點速度為 ${}^{A}\underline{v}_{P} = {}^{A}d\underline{r}_{OP}/dt = R(-a_x\sin\varphi - a_y\cos\varphi)(d\varphi/dt)$。這裡 ${}^{A}d\underline{r}_{OP}/dt$ 表示是從 A 座標系統對 $\underline{r}_{OP}$ 進行時間微分。從 A 座標系統觀察球(假設球在 P 點)相對於 O 的角動量為 $m(\underline{r}_{OP} \times {}^{A}\underline{v}_{P})$。請計算球的角動量對時間的微分。
   4.3. 同樣假設 O 點固定，但球在 Q 點的位置。請計算從 A 座標系統觀察的 Q 點速度。這裡假設從線段 PQ (P 到 Q 之連線)沒有形變，且其相對於 B 座標系統之角速度為 wb_y