103學年度高級中等學校數理與資訊學科能力競賽臺灣省第9區複賽

物理科筆試試題參考解

《第一題》

 (a) 吹氣對吹箭所做的功 = 吹箭增加的動能

  其中為吹箭所受定力，為吹箭離開吹管的速率，

 且有

 根據自由落體等加速落下運動 ，

得吹箭離開吹管落至地面的時間 



根據上式結果，當吹氣推進力 增強為1.5 ，吹箭離開吹管後到落地之間的水平位移會變成原來的倍。

F

x

F0

*l*

$$F\_{0}-bl$$

(b) 由題意知$F\left(x\right)=F\_{0}-bx$ $0\leq x\leq l$

 吹氣對吹箭所做的功 = 吹箭增加的動能

 ，現在不是定力，但正比於**水平位移**

逐漸減少，可以由平均力乘以位移，或計算右圖函數圖與

 x軸所夾的面積計算，得作功為 

 重覆上小題的計算，吹箭離開吹管後到落地之間的水平位移變成

 

《第二題》

**mg**

**N1**

**N2**

**x1**

**x2**

依照題意，力圖分析如上。

設左、右兩手食指開始的位置距質心處分別為**x1**、**x2**，且**x1**＜**x2**。棍子重量為**mg**，兩手食指給棍子向上的之支撐力為**N1**、**N2**。

**一開始還沒開始移動：**

棍子處於靜力平衡的狀態，會滿足，合力為零，合力矩為零，關係如下。

合力為零 ⇒ **N1**＋**N2**－mg＝0

合力矩為零 ⇒ **N1 x1**－**N2 x2**＝0

由上式可得 **N1**/**N2** ＝ **x2**/**x1**，

也就是靠近質心比較近的食指受力比較大，**N1**＞**N2**。

**兩手開始向質心移動：**

若兩手食指移動的力量小於手指和棍子之間的最大靜摩擦力時，食指無法移動。繼續增加移動的力量，當大於最大靜摩擦力時食指開始移動。

根據摩擦力與正向力成正比的性質，兩邊的最大靜摩擦力**F1**、**F2**會因為**N1**＞**N2**，造成**F1**＞**F2**，所以右端食指會先開始向質心移動，一直到**x2**變成比**x1**小時，此時支撐力大小因為力臂的改變，變成**N1**＜**N2**，進而造成**F1**＜**F2**，就換成左端食指。如次永遠都是遠端移動，形成自動調整直到質心相碰為止。看起來好像是棍子神奇指引自動自發地找到重心正確的位置。

《第三題》

將力標示於圖中，如果處於靜力平衡，則

*Mg*

*N*1

*F*1

*Mg*

*N*2

*F*2

*N*1 + *F*2 = 2 *Mg, N*2 = *F*1 .

且

*F*1≦μ*N*1, *F*2≦μ*N*2.

另外在金屬板彎曲點的力矩和等於零，所以

*N*1*L/*2 = (*Mg* + *N*2) *L/*2.

從以上的方程式可知

*F*1 + *F*2 = *Mg*

*F*2≦μ*F*1.

*F*1≦μ*Mg/*(1-μ).

求最小靜摩擦係數，則上式改成等號

*F*1 + *F*2 = *Mg*

*F*2＝μ*F*1.

*F*1＝μ*Mg/*(1-μ).

因此解上式得

μ＝$\sqrt{2}-1$。

《第四題》

1. 假設物體的速度為*v*，則

*θ*

向心加速度

$$g sinθ=\frac{v^{2}}{L-D}$$

所以

$$v^{2}=g sinθ \left(L-D\right)$$

另外由於能量守恆

$$\frac{1}{2}mv^{2}+mg\left(L-D\right)\left(sinθ+1\right)=mgL$$

所以

$$v^{2}=2g[D-\left(L-D\right)sinθ]$$

因此

$$g sinθ \left(L-D\right)=2g[D-\left(L-D\right)sinθ]$$

=> $D=3L sinθ/(2+3 sinθ)$

(b) 細繩斷裂後，物體沿拋物線軌跡，

$x=v sinθ t$, $y=v cosθ t-gt^{2}/2$.

當物體落到釘子所在位置的水平線時

$$y=-\left(L-D\right)sinθ$$

所以

$$-\left(L-D\right)sinθ= v cosθ t-gt^{2}/2$$

* $t＝\left(vcosθ+\sqrt{v^{2}cos^{2}θ+2g\left(L-D\right)sinθ}\right)/ｇ$

$x=v sinθ \left(vcosθ+\sqrt{v^{2}cos^{2}θ+2g\left(L-D\right)sinθ}\right)/ｇ$,

當θ＝$30^{°}$, $sinθ=\frac{1}{2}, cosθ=\frac{\sqrt{3}}{2}$

所以　*D* = 3/7 *L* , *v*2 = 2/7 *g L*,

$$x=\frac{\sqrt{11}+\sqrt{3}}{14}L<\left(L-D\right)cosθ=\frac{4\sqrt{3}}{14}L$$

所以在左邊，距釘子 $\frac{3\sqrt{3}-\sqrt{11}}{14}L$