102學年度高級中學自然學科競賽第10區複賽

物理科筆試試題參考解

1.質量為m的子彈以初速*v0*，沿水平方向入射一質量為2 m，長度為L的木塊。若起始時木塊靜置於一光滑水平面上，當子彈射穿木塊時，其速率減為初速的一半，則子彈在木塊內所受的平均阻力為何? (5%) ；又當子彈剛穿出時，木塊總共滑行了多少距離? (5%) 。

參考解:

設木塊被子彈射穿後速度為*v*，由動量守恆定律可得

設子彈剛射出木塊時，木塊自靜止開始滑行的距離為*x*，子彈在木塊內所受的平均阻力為*f*，則阻力對子彈所作的負功，等於子彈動能的減少量。

參考下圖，可知子彈在受力期間所行經的總位移為。就子彈而言，由功能定理可得



根據牛頓第三運動定律，子彈受有木塊給予的阻力，因此木塊受有一同大的反作用力，但與阻力的方向相反。此反作用力作正功，使木塊自靜止加速，就木塊而言，木塊受力所經的位移為*x*，同樣由功能定理可得

將(1)和(3)兩式代入(2)式可解得

將(1)和(4)兩式代入(3)式可解得

2.如圖所示，車上載有一裝滿水的圓柱形水箱，水箱被妥善固定於車上，水箱高度為h，內半徑為r，外半徑為R。當車子在水平地面上以加速度a前進時，水箱內最多可容納多少體積的水? (10%) 。



h

a

參考解:

當水箱車以加速度*a*前進時，箱內水面和水平面之間的夾角為θ。假想水面上有一質量為*m*的小質點，則其受力情形如下右圖所示。*mg*為該質點所受的重力，*N*為水面作用於該質點的正向力，此兩力的合力*F*使該質點得以加速度*a*前進。由圖上的幾何關係可得

水箱內所能容納的水體積為



3.如圖所示，x-y為水平地面，一質點從原點O處沿y-z面以初速v0角度θ斜向拋出。設重力在負z方向（即鉛直向下）。此質點自拋出後，受一沿正x方向之定力F。設此質點之質量為m，重力加速度為g，則此質點落地時，其位置座標( x , y , z )為何? (5%) ；落地時的動能較拋出時增加多少?(5%) 。



參考解:

全程飛行時間

落地時所增加的動能為*F*力所作的功，所以

或由下式算出:

【第四題】

有一鞦韆上端懸於離地3.0公尺之高處，鞦韆長2.5公尺。若有一小朋友盪鞦韆之高度可達2.0公尺，請問若他從鞦韆上躍下後，水平位移x之最大值為何?



參考解:

y

x

H

h

β

α

R

A

B

C

D

L

v1

v0

v=0

假設一小朋友從A點處盪下來，經過最底點B點，然後在C點躍下，最後在D點著地。虛線為其躍下軌跡，此軌跡之座標可寫成：

(1) 

假設小朋友自C點躍下至著地點D所需時間為T，則

因此，

(2) 

將(2)式中之T消去，可將L表示為：

(3) 

其中為之函數，可利用能量守恆寫出其關係式：

(4) 

上式可簡化成

(5) 

由式(5)代入式(3)中，可得

(6) 

其中 。將L對角作圖，可得出L最大值出現在，，如下圖所示。

【第五題】

有一彈性懸桿(長度L)左端固定於牆壁。一彈性係數為K之彈簧懸掛於懸桿之右端點，一質量為M之物體繫於彈簧之下端。若物體M之上下振動週期為T，試估計懸桿之彈性係數(忽略懸桿與彈簧之質量)。



參考解:

假設細懸桿之質量很小可忽略不計, 其彈性係數為ksd .

此系統可等效為串聯彈簧系統, 則其等效彈性係數keff可寫成

(1) 

此時物體M以週期T上下震盪, 因此

(2) 

將式(1)代入(2)可得

(3) 