國立臺灣大學九十九學年度高中物理科學人才培育計畫物理科試題 (99 插班生)

〈答案填寫在答案卷指定位置,每格5分〉

第一部分(計算題,僅寫出計算結果)

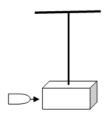
(地球的半徑以 6400 公里計算,地球表面之重力加速度之值為 9.8 公尺/秒 2 。)

- 1. 一質量為 1.0 公斤之球由靜止垂直掉落 60.0 公分後碰到一彈簧上,並將彈簧壓縮 10.0 公分後再反彈上來,該球在剛碰到彈簧時之瞬間速率為 (1) 公尺/秒,彈簧之彈力常數 k 為 (2) 牛頓/公尺。(彈簧之質量可以忽略)
- 2. 一輛質量為 1000 公斤之汽車以時速 9 公里之速率前進時被一輛質量為 2000 公斤的貨車以時速 18 公里之速率從後面追撞,之後兩車便連成一團繼續向前移動。請問在剛碰撞後兩車之動能總共損失了(3) 焦耳.(外力可以忽略)
- 3. 在一根質量可以忽略不計,長為 100 公分的細管兩端各有一個質量為 1.00 公斤的球(球之半徑可以忽略),細管的中心處穿了一根細鐵棒,將鐵棒掛在一有凹槽(沒有磨擦力)的支撐物上,使細管在水平的狀態。今在右邊球之上方 50 公分之處自由落下一質量為 50 公克之黏土並黏著在球上。黏土剛黏著在球上後系統之角速率為 (4) rad(徑)/秒,動能為 (5) 焦耳。
- 4. 火星的平均直徑為 6900 公里,火星的質量是地球的 0.11 倍. 則在火星表面 10 公尺之高度讓一質量為 1 公斤之鐵球自由落下,則該球在剛撞上火星表面時之速率為多少(6)公尺/秒?
- 5. 一質量為 M 公斤,半徑為 R 之密度均勻之空心圓球(轉動慣量為 ${}^{2}_{3}MR^{2}$),從一坡度為 30 度的斜坡滾下了 6 公尺(沒有滑動),請求出該空心球之質心在那時之瞬間速率。 (7) 公尺/秒
- 6. 一顆質量為 0.20 公斤的石頭從 15 公尺的高度掉入一桶水中(質量為 0.35 公斤),如果原先石頭跟水的溫度相同,則在石頭掉入水後,石頭跟水的溫度上升了_(8)_°C。(水桶所吸收之熱可忽略,水之比熱為 4187 J/kg-C°,石頭之比熱為 1480 J/kg-C°)
- 7. 有一充滿氦氣的圓氣球,其半徑為 10 公尺,假設氣球之裝備(不含裡面之氦氣) 為 100 公斤,則該氣球最多可以再負載之重量為 (9) 牛頓。(設氦氣之密度為 0.179 公斤/立方公尺;空氣之密度為 1.20 公斤/立方公尺)
- 8. 如下圖,有一黃銅(Brass)棒以及一鋁(AI)棒分別固定在不可移動的兩面牆上, 黃銅的長度為 2.0 公尺,鋁棒的長為 1.0 公尺。在 28 °C 時,黃銅棒以及鋁棒之間隙為 1.3×10^{-3} 公尺。則在 (10) °C 時,黃銅棒以及鋁棒會碰在一起. (線性熱膨脹係數分別為: $\alpha_{brass} = 19 \times 10^{-6}$ (°C)⁻¹; $\alpha_{AI} = 23 \times 10^{-6}$ (°C)⁻¹)

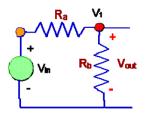


第二部分(推理題,請閱讀題幹文字說明並運用相關知識推理作答)

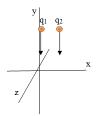
1.天花板頂下以細線(質量可忽略)懸掛木塊,以槍枝將子彈水平射入此木塊,且射入的子彈在極短時間完全停止在木塊內。以子彈和木塊作為整個系統來考慮,比較子彈進入木塊前和子彈射入木塊後,系統是否遵守「動量守恆」與「動能 □守恆」: (11) (是、否,並說明其原因)。



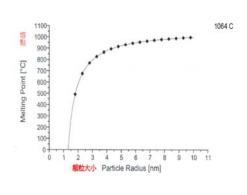
2.右圖中,輸入電壓 (V_{in}) 與兩電阻 $(R_a \setminus R_b)$ 連接構成串聯電路,則 R_b 電阻的兩端電壓 (V_{out}) 與輸入電壓 (V_{in}) 的比值 (V_{out}/V_{in}) 為:(12) (以 $R_a \setminus R_b$ 表示)。畫出 V_{out}/V_{in} 與 R_b 的關係圖,並根據該電路特性,討論如何選用電阻來調節輸出電壓為輸入電壓之半:(13) 。



3.如圖,兩個正電荷互相平行作移動,則qı產生作用在q2的磁力方 向為何?又兩電荷間是否有相斥的庫倫力?<u>(14)</u>。若qı為 負電荷,q2為正電荷,則qı產生作用在q2的磁力方向為是否與前 者相反?又兩電荷間是否有相吸引的庫倫力?<u>(15)</u>。



- 4.光纖纜線的中心為細長纖維玻璃(稱核心層),其外面包覆一層外殼層。光線射進光纖,當入射角大於特定角度時,光線會在核心層內完全反射,稱為全反射。則光纖核心層的折射率比外殼層的折射率較大、較小或相等?_(16)(說明原因)。
- 5.使用熱能作功的機械通稱為熱機。熱機的能量效率定義是:能量效率 = 輸出的功/輸入的熱能。(a)若有一部熱機,消耗 400J的熱能並排出 300J廢熱,則其能量效率等於 (17)。(b)單位時間完成作功,稱為「功率」,功率高的電器是否其能量效率也比較高? (18) (說明原因)。
- 6.奈米尺度物質會有異於大塊材料時的物理特性,其物理機制有比表面積效應(比表面積=表面積/體積)、量子力學效應、表面結構效應等。 (a) 右圖為黃金的熔點對顆粒粒徑大小的關係。黃金的熔點在大於微米尺度時其熔點可高達 1064℃。當黃金超細微化後,其熔點將降低。當黃金顆粒小於 10 奈米量級時,其熔點顯著急遽下降。請解釋其物理機制: (19) 。(b)奈米尺



度的黃金其顏色會改變,例如約 20nm 時呈現為紅色,加上於前述黃金奈米顆粒的熔點降低,請討論其應用 (20) (至少兩例)。