九十九學年度第二學期
大學入學指考分科複習考第二次聯合模擬考試
物 理 科 試題詳解

第壹部分：選擇題

一、單選題：

1. 質量5公斤的鋼球A以相同的動能分別與甲、乙、丙、丁、戊等五個靜止的鋼球作正向彈性碰撞，已知甲球質量2公斤，乙球質量4公斤，丙球質量6公斤，丁球質量8公斤，戊球質量10公斤，請問A球與哪個球碰撞後仍保有最多的動能?

（A）乙　（B）丁　（C）甲　（D）戊　（E）丙

【參考答案】：(C)

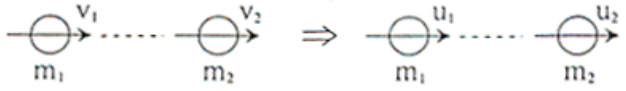
【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（下）－第十章 碰　撞

【解題策略】：正向完全彈性碰撞：

（1）$\boxed{u_1=\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\cdot V_1+\frac{2m_2}{m_1+m_2}\cdot V_2}$

（2）$\boxed{u_2=\frac{2m_1}{m_1+m_2}\cdot V_1+\frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}\cdot V_2}$



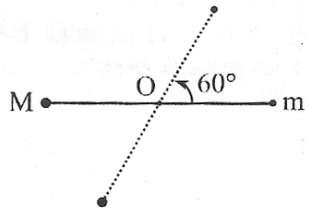
【試題解析】：依 $\boxed{u_1=\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\cdot V_1+\frac{2m_2}{m_1+m_2}\cdot V_2}\xrightarrow{V_2=0}u_1=\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\cdot V_1$

又 $V_1=const.$，故 $u_1\propto\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}$

得 $(u_1)_{A甲}:(u_1)_{A乙}:(u_1)_{A丙}:(u_1)_{A丁}:(u_1)_{A戊}=\frac{3}{7}:\frac{1}{9}:\frac{1}{11}:\frac{3}{13}:\frac{5}{15}$

$\therefore\ (u_1)_{A甲,\max}\Rightarrow A$球與「甲」球碰撞後保有最多的動能。

2. 如右圖所示，有質量各為M、m的兩小鋼球以一長L的極輕剛性棒連接，可繞M和m的中點O作鉛直面無摩擦轉動，將O點固定，當棒由水平靜止釋放，轉動60^0後，其角加速度為何?



（A）$\frac{M-m}{2(M+m)L}g$　（B）$\frac{2(M-m)}{(M+m)L}g$　（C）$\frac{4(M-m)}{(M+m)L}g$

（D）$\frac{M-m}{4(M+m)L}g$　（E）$\frac{M-m}{(M+m)L}g$

【參考答案】：（E）

【考題難度】：★★

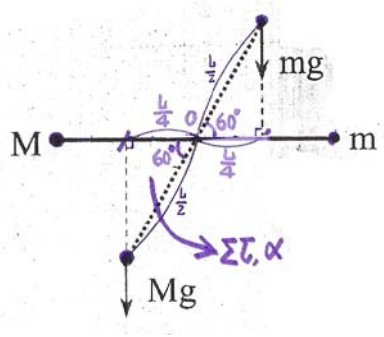
【命題出處】：物質科學物理篇（下）－第六章 轉　動

【解題策略】：轉動運動學術語：（1）力矩 $\boxed{\tau = d \times F_t = I \times \alpha}$**；（2）轉動慣量** $\boxed{I = mr^2}$

【試題解析】：（1）計算系統所受的淨力矩（$\Sigma\tau$）、轉動慣量（I）：如右圖

①依 $\boxed{\tau = d \times F}$　$\Sigma\vec{\tau} = (\frac{L}{2} \cdot \cos 60^0) \times (Mg - mg) = \frac{gL}{4}(M-m)$

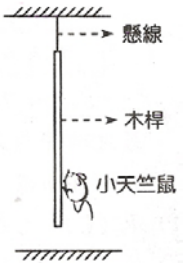
②依 $\boxed{I = mr^2}$　$I = (M+m) \times \left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{L^2}{4}(M+m)$



（2）依 $\boxed{\Sigma\tau = I \times \alpha}$　$\frac{gL}{4}(M-m) = \frac{L^2}{4}(M+m) \cdot \alpha$

∴瞬間角加速度　$\alpha = \frac{g(M-m)}{L(M+m)}$

3. 一質量 m 的小天竺鼠自地面躍上並抓住垂掛在天花板下的均質長木桿，已知木桿質量 M，且夠長，如右圖所示，當小天竺鼠捉住木桿瞬間，懸線斷裂，有小天竺鼠持續沿木桿上爬，恰使小天竺鼠離地的高度不變，在木桿落地和小天竺鼠離開木桿之前，設木桿均保持鉛直狀態，則此段時間內木桿下落的加速度為若干?



（A）$\frac{M-m}{m}g$　（B）$\frac{M+m}{M}g$　（C）$\frac{M}{m}g$

（D）$\frac{M}{M-m}g$　（E）g

【參考答案】:（B）

【考題難度】:★★

【命題出處】:物質科學物理篇（上）－第四章 牛頓運動定律

【解題策略】:善取隔離體圖、分析內力：

隔離部分物塊，物塊週邊凡有與之接觸的部分就有力的作用，均需一一繪出，如此的物塊受力圖即為隔離體圖。依牛頓第二運動定律，$\Sigma\vec{F}=m\vec{a}$，列式解析隔離體圖。

【試題解析】:（1）取小天竺鼠為隔離體圖：右圖（a）

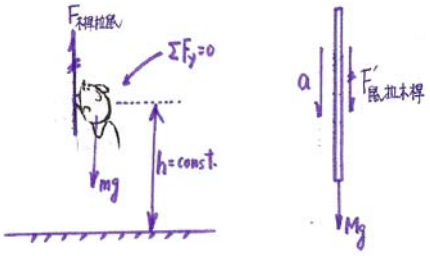
∵小天竺鼠捉住木桿上爬，離地的高度不變

$\therefore \Sigma F_y = 0$ ， $F_{\text{木桿拉鼠}} = mg$

（2）取鉛直木桿為隔離體圖：右圖（b）

依 $\boxed{\Sigma F = ma}$　$F'_{\text{鼠拉木桿}} + Mg = Ma$

又 $F'_{\text{鼠拉木桿}} = F_{\text{木桿拉鼠}} = mg \Rightarrow a = \frac{M+m}{M}g$



（a）　（b）

4. 在作「空氣駐波測音速」實驗時，使用音叉頻率為$450.0Hz$，共鳴管內的水面由管口開始下降至離管口$18cm$時出現第一次共鳴響聲，當水面下降至離管口$56cm$時出現第二次的共鳴響聲，則當時音速為若干m/s？

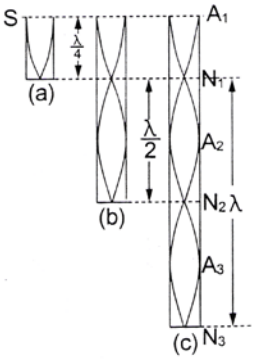
（A）$335m/s$　（B）$324m/s$　（C）$348m/s$　（D）$342m/s$　（E）$331m/s$

【參考答案】：（D）

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（上）－第二章 聲　波

【解題策略】：「共鳴空氣柱實驗」：



（1）任何半封閉管的長度，若爲波長四分之一的奇數倍，即能產生共鳴，即

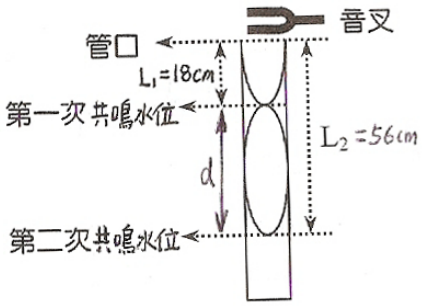
$$\boxed{L=n\cdot\frac{\lambda}{4}\text{，}n=1,3,5,7,\cdots}\text{（}L\text{:空氣柱長度）}$$

（2）相鄰兩共鳴點間之距離爲半波長，$d=\frac{\lambda}{2}$。

（3）①已知音叉頻率f、測取$\lambda=2d$，代入$V=\lambda\times f$，得「音速，V」。

②已知音速V、測取$\lambda=2d$，代入$V=\lambda\times f$，得「音叉頻率，f」。

【試題解析】：（1）由共鳴空氣柱實驗得知：如右圖



$$d=\frac{\lambda}{2}=L_2-L_1=56-18=38cm$$

$$\therefore\ \lambda=76cm=0.76m$$

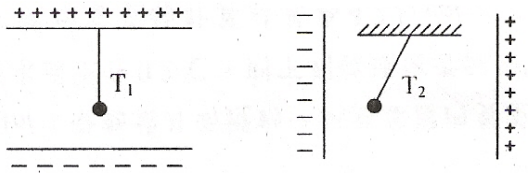
（2）依 $\boxed{V=\lambda\times f}$ $V=0.76\times450.0=342m/s$

5. 一個以絕緣輕繩作成的單擺，擺錘質量為3公斤並帶有正電荷，電量為$10^{-2}C$，將此單擺分別置於鉛直方向與水平方向的均勻電場E中，電場$E=4000N/C$，在達靜力平衡後，令其作小角度的擺動，如右圖（a）及圖（b）所示，其擺動週期各為T_1和T_2，則$T_1:T_2=?$

（A）1：1　　（B）$\sqrt{3}:2$

（C）$\sqrt{5}:\sqrt{7}$　　（D）3：4

（E）$\sqrt{3}:\sqrt{5}$



（a）　　（b）

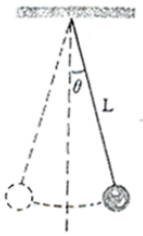
【參考答案】：（C）

【考題難度】：★★★

【命題出處】：選修物理（上）－第六章 靜　電

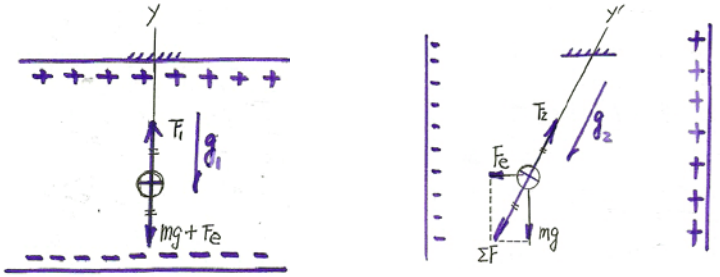
【解題策略】：單擺的等時性（義大利伽利略）：

在同一地點，若單擺的擺長固定不變，且擺角（θ）「小於5^0」時，則單擺的週期將維持不變，稱爲單擺的等時性。



$$T=2\pi\cdot\sqrt{\frac{L}{g}}\begin{cases}T:週期(秒/次,\sec)\\L:擺長(公尺,m)\\g:重力加速度(m/\sec^2)\end{cases}$$

【試題解析】：



（a）　　（b）

（1）如上圖（a）：擺錘呈靜力平衡

依 $\boxed{\Sigma F_y=0}\xrightarrow{繩張力:F_1}F_1=mg+F_e=3\times10+10^{-2}\times4000=70N$

由 $\boxed{F_1=mg'}\xrightarrow{等效重力場強度:g'=g_1}70=3\times g_1$，$g_1=\frac{70}{3}m/s^2$

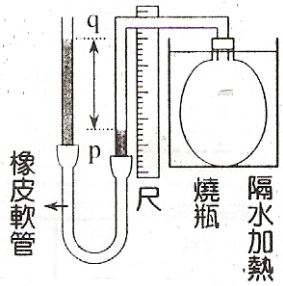
（2）如上圖（b）：擺錘呈靜力平衡

依 $\boxed{\Sigma F_{y'}=0}\xrightarrow{繩張力:F_2}F_2=\sqrt{(3\times10)^2+(10^{-2}\times4000)^2}=50N$

由 $\boxed{F_2=mg''}\xrightarrow{等效重力場強度:g''=g_2}50=3\times g_2$，$g_2=\frac{50}{3}m/s^2$

（3）依 $\boxed{T=2\pi\cdot\sqrt{\frac{L}{g}}}\xrightarrow{L=const.}T\propto\frac{1}{\sqrt{g}}\xrightarrow{承(1),(2)}\frac{T_1}{T_2}=\sqrt{\frac{g_2}{g_1}}=\sqrt{\frac{\left(\frac{50}{3}\right)}{\left(\frac{70}{3}\right)}}=\sqrt{\frac{5}{7}}$

6. 在0℃時製作定容氣體溫度計，實驗裝置如右圖所示，未加熱時 p 與 q 兩邊水銀面等高，加熱後利用橡皮軟管調整 q 端玻璃管的高度，可將 p 端水銀面高度調至與未加熱前相同，當加熱至25℃時，q 比 p 高出12cm，若繼續加熱，當 q 比 p 高出36cm時，燒瓶中氣體溫度為若干℃？



（A）75℃　（B）58℃　（C）84℃　（D）92℃　（E）50℃

【參考答案】：(A)

【考題難度】：★★★

【命題出處】：物質科學物理篇（下）－第十三章 氣體動力論

【解題策略】：定容氣體溫度計：

由 $\boxed{PV=nRT} \xrightarrow{n,R,V=const.} P\propto T \Leftrightarrow \frac{P_1}{P_2}=\frac{T_1}{T_2}$ 或 $\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}=\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}$

【試題解析】：依定容氣體溫度計設計原理：$\boxed{\frac{\Delta P_1}{\Delta P_2}=\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}$ $\frac{12cmHg}{36cmHg}=\frac{25}{x}$，$x=75$℃

7. 兩個絕熱容器內裝有相同的單原子理想氣體分子，壓力相等，其中一個容器的體積為V，溫度為$150K$，另一個容器的體積為$2V$，溫度為$450K$，若使這兩個容器互相連通，則熱平衡時氣體的溫度為若干?

（A）$200K$　（B）$270K$　（C）$300K$　（D）$350K$　（E）$375K$

【參考答案】：（B）

【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（下）－第十三章 氣體動力論

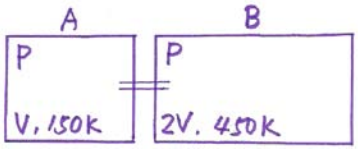
【解題策略】：（1）氣體物態方程式： $\boxed{PV=nRT}$

$$\begin{cases} P: \text{氣體壓力}\left(N/m^2\right) \\ V: \text{容器體積}\left(m^3\right) \\ n: \text{氣體莫耳數}\left(mole\right) \\ R: \text{氣體常數}\left(8.3\right) \\ T: \text{氣體溫體}\left(K\right) \end{cases}$$

（2）定量氣體（N或n一定），這些氣體分子總質心動能：

$$\boxed{(E_K)_T=N\overline{E_{KC}}=\frac{3}{2}PV=\frac{3}{2}NkT=\frac{3}{2}nRT}$$

【試題解析】： 依 $\boxed{\Sigma(E_K)_T=const.}$ 且 $\boxed{(E_K)_T=\frac{3}{2}PV=\frac{3}{2}nRT}$



$$\frac{3}{2}PV+\frac{3}{2}P\cdot 2V=\frac{3}{2}\left(n_A+n_B\right)\cdot R\cdot T_f \cdots\cdots(a)$$

又 $\boxed{PV=nRT}$ $\begin{cases} n_A=\dfrac{PV}{R\cdot 150} \\ n_B=\dfrac{P\cdot 2V}{R\cdot 450} \end{cases}$ $\xrightarrow{\text{代入}(a)\text{式}}$ $T_f=270K$

8. 自地面以V_0的初速鉛直向上發射一砲彈，彈達最高點時，砲彈爆裂成質量相等的兩塊，其中一塊於發射後經t_1秒著地，另一塊於發射後經t_2秒著地，已知$t_2>t_1$，若不計空氣阻力，則初速V_0為若干?

（A）$2g\left(\frac{t_2t_1}{t_2+t_1}\right)$　（B）$g\left(\frac{t_2t_1}{t_2-t_1}\right)$　（C）$g\left(\frac{t_2t_1}{t_2+t_1}\right)$　（D）$\frac{1}{2}g\left(\frac{t_2t_1}{t_2+t_1}\right)$　（E）$\frac{1}{2}g\left(\frac{t_2t_1}{t_2-t_1}\right)$

【參考答案】:（C）

【考題難度】:★★★

【命題出處】:物質科學物理篇（上）－第五章 牛頓運動定律的應用

【解題策略】:（1）不計空氣阻力下，質點在空中進行拋體運動：

$$\begin{cases} V=V_0+a\cdot t \\ S=\frac{1}{2}(V_0+V)\cdot t \\ S=V_0\cdot t+\frac{1}{2}a\cdot t^2 \\ V^2=V_0{}^2+2a\cdot S \end{cases}$$

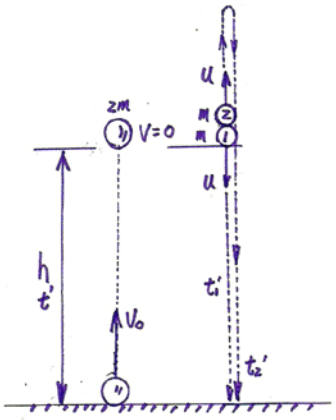
（2）動量守恆定律：

系統所受合外力爲零時，系統的總動量將保持不變，此稱爲動量守恆定律。

$$\vec{F}=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}=\frac{d\vec{P}}{dt}=\vec{P}'(t)\xrightarrow{當\Sigma\vec{F}=0}\vec{P}(t)=const.$$

【試題解析】:（1）砲彈達最高點時，瞬間爆裂，爆裂前後動量守恆：

依 $\boxed{\Sigma\vec{P}=const.}$ $0=m\vec{u_1}+m\vec{u_2}\Rightarrow\begin{cases}\vec{u_1}=u,\downarrow(下拋)\\ \vec{u_2}=u,\uparrow(上拋)\end{cases}$



（2）①砲彈上拋至最高點：$\begin{cases}高度:h=\frac{V_0{}^2}{2g}\\ 費時:t=\frac{V_0}{g}\end{cases}$

②令爆裂後兩砲彈碎片著地費時各為t_1'、t_2'：

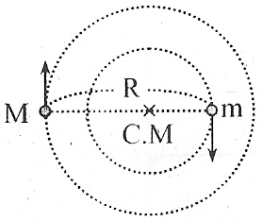
依 $\boxed{S=V_0\cdot t+\frac{1}{2}a\cdot t^2}$ $\begin{cases}碎片1:h=u\cdot t_1'+\frac{1}{2}g\cdot t_1'^2\cdots\cdots(a)\\ 碎片2:-h=u\cdot t_2'-\frac{1}{2}g\cdot t_2'^2\cdots(b)\end{cases}$

由$(a)\times t_2'+(b)\times t_2'$，得 $h=\frac{1}{2}gt_1't_2'=\frac{1}{2}g(t_1-t)(t_2-t)$

$\therefore$ $\frac{V_0{}^2}{2g}=\frac{1}{2}g\left(t_1-\frac{V_0}{g}\right)\left(t_2-\frac{V_0}{g}\right)$，$V_0=g\left(\frac{t_2t_1}{t_2+t_1}\right)$

9. 質量各為M、m的雙星系統，兩星球的質心相距R，靠著兩星球之間的萬有引力，繞著兩星球的共同質心作等速率圓周運動，如右圖所示，不考慮其他星體的引力，若要將兩星球拆成相距$3R$，並且繞其共同質心作等速率圓周運動，對該系統至少須作功若干?

（A）$\frac{GMm}{R}$　（B）$\frac{3GMm}{4R}$　（C）$\frac{2GMm}{3R}$　（D）$\frac{GMm}{6R}$　（E）$\frac{GMm}{3R}$



【參考答案】：**(E)**

【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（下）－第九章 位能與能量守恆定律

【解題策略】：(1) 引力場內衛星繞地球進行圓周運動，軌道上力學能守恆：

$$\boxed{E_K(r)=\frac{1}{2}mV^2=\frac{GMm}{2r}} \quad \boxed{U(r)=-\frac{GMm}{r}}$$

$$\boxed{E_T(r)=E_K(r)+U(r)=-\frac{GMm}{2r}=-E_K(r)=const.}$$

(2) 廣義功能原理：

非保守力對物體（或系統）所做的總功，等於物體（或系統）的力學能改變量。

$$\boxed{W_{非保守力}=W_{外力}=\Delta E=E_f-E_i}$$

【試題解析】：(1) 依 $\boxed{E_T(r)=-\frac{GMm}{2r}}$

$$\begin{cases} A軌道: r=R \Rightarrow E_T(R)=-\frac{GMm}{2R} \\ B軌道: r=3R \Rightarrow E_T(3R)=-\frac{GMm}{6R} \end{cases}$$

(2) m：$A \to B$

依 $\boxed{W_{外力}=\Delta E=E_f-E_i} \xrightarrow{承(1)} W_{外力}=E_T(3R)-E_T(R)=\frac{GMm}{3R}$

10. 有關下列各選項敘述的現象，請選出正確的選項?

（A）在水波槽作水波干涉實驗時，出現的節線必定是以兩波源為焦點的雙曲線

（B）王建民投出的伸卡球尾勁十足，在空中下墜幅度很大，這是地球重力造成的效果

（C）設地球的重力場g減為原來的一半，同一毛細管垂直插入水中，管內外水面高度差會減半

（D）若物距不變，但將凹面鏡的焦距變大，會使原本的實像變大，虛像變小。（不考慮因焦距變大而使原來的實像變成虛像。）

（E）已知肥皂泡膜的表面張力是T，若要吹一個半徑r的肥皂泡泡須作功$4\pi r^2 T$

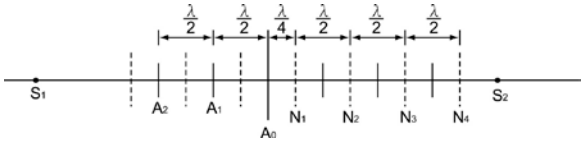
【參考答案】：（D）

【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（下）－第十一章 流體的性質

選修物理（上）－第一章 波　動、第三章 光的反射

【解題策略】：（1）水波干涉條紋（同相振動）：

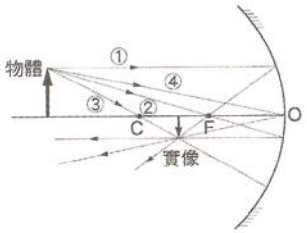


（實線爲腹線，虛線爲節線）

（2）白努利方程式：$\boxed{P+\frac{1}{2}\rho V^2=const.}$**（流體在同一高度時，$V\uparrow$，則$P\downarrow$）**

（3）空心圓柱形毛細管內外高度差：$\boxed{h=\frac{2T\cos\alpha}{r\rho g}}$
$\begin{cases} T:\text{表面張力的大小}(N) \\ \alpha:\text{接觸角} \\ \rho:\text{液體密度}\left(\frac{kg}{m^3}\right) \\ r:\text{管的內半徑}(m) \end{cases}$

（4）凹面鏡成像作圖法則：

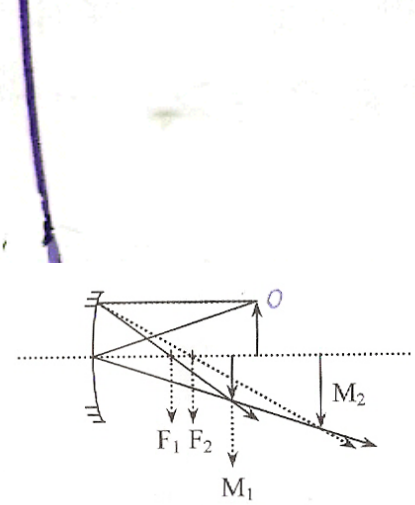


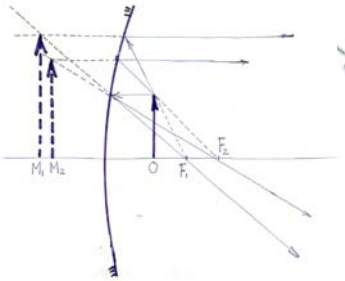
（5）表面張力：$\boxed{T=\frac{F}{L}\left(\text{單位爲 } N/m\right)}$**（液體表面上對每單位長度所呈現的張力）**

【試題解析】：$(A)\times$　（1）當第N_x條節線恰落在波源處，則節線為一條射線。

$(B)\times$　（2）下墜球的成因是棒球受有「上下氣壓差」所致。

$(C)\times$　（3）依 $\boxed{h=\frac{2T\cos\alpha}{r\rho g}}\xrightarrow{T,\alpha,\rho,r=const.}h\propto\frac{1}{g}\begin{cases} g\to\frac{1}{2}g \\ h\to 2h \end{cases}$



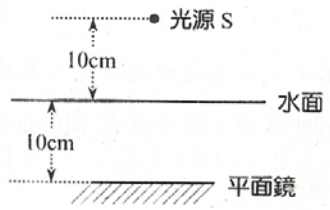


實像圖 **虛像圖**

$(E)\times$ （5）吹一個半徑 r 的肥皂泡泡，表面張力對薄膜作功：

依 $\boxed{W=T\cdot\Delta A}$ $W=2\cdot(T\cdot 4\pi r^2)=8\pi r^2 T$

11. 設水的折射率為$\frac{4}{3}$，今於水面上方$10cm$處置一點光源，在水面下$10cm$處平行水面置一鏡面向上的平面鏡，如右圖所示，則由水面上看到光源S經鏡面反射後的像在?



（A）水面下$25cm$　（B）水面下$22.5cm$　（C）水面下$27.5cm$

（D）水面下$\frac{110}{3}cm$　（E）水面下$\frac{70}{3}cm$

【參考答案】:(A)

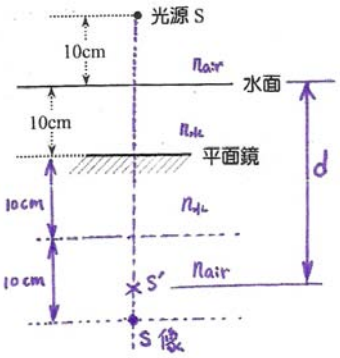
【考題難度】:★★★

【命題出處】:選修物理（上）－第四章 光的折射

【解題策略】:兩透明介質的平界面之視深（自物正上方往下看）:

$$\frac{視深(d)}{觀察者所處介質之折射率(n_e)}=\frac{實深(h)}{物體所處介質之折射率(n_x)}$$

【試題解析】: 依 $\frac{d}{n_e}=\frac{h}{n_x}\xrightarrow{右圖}\frac{d}{1}=\frac{10}{1}+\frac{10}{\left(\frac{4}{3}\right)}+\frac{10}{\left(\frac{4}{3}\right)}$，$d=25cm$



∴光源S經鏡面反射後的像在「水面下$25cm$」

12. 在未來的世界，人類因引擎科技及流體材料的重大突破，發明了一種極高速的潛艇，最高航速達$700m/s$，某次我軍方派出該種潛艇以$300m/s$的航速在太平洋海面下巡航，為偵測前方障礙物，我方潛艇的聲納發出頻率為$28000Hz$超音波，在顯示器上發現我方潛艇的正前方航道上有他國潛艇出現，並偵測到他國潛艇反射我方所發出超音波，已知我方潛艇接收到反射波的頻率為$30000Hz$，設音波在海水中傳播速率為$1500m/s$，則他國潛艇接近或遠離我方潛艇的航速為若干?接近以「＋」號表示，遠離以「－」號表示。

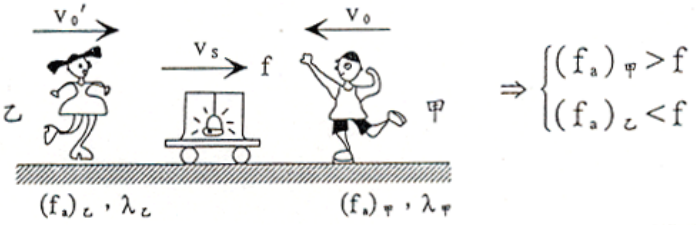
（A）$+250m/s$　（B）$+550m/s$　（C）$+50m/s$　（D）$-50m/s$　（E）$-250m/s$

【參考答案】：(C)

【考題難度】：★★★

【命題出處】：選修物理（上）－第二章 聲　波

【解題策略】：都卜勒效應：



$$\boxed{f_a = \frac{V \pm V_0}{V \pm V_S} \cdot f}$$ （同向取「-」，反向取「+」）

式中　f：波源的頻率　f_a：視頻　V：波速

V_0：觀察者速度　V_S：波源速度

【試題解析】：

（a）　（b）

（1）我軍潛艇發出聲波頻率$f_a = 28000Hz$至他軍潛艇，他軍潛艇接收頻率f_a'，如上圖（a）所示。

依 $\boxed{f_a = \frac{V \pm V_0}{V \pm V_S} \cdot f}$　$f_a' = \frac{1500 - u}{1500 - 300} \cdot 28000 \cdots (a)$

（2）他軍潛艇反射聲波頻率f_a'，我軍潛艇接收得$f_a = 30000Hz$，如上圖（b）所示。

依 $\boxed{f_a = \frac{V \pm V_0}{V \pm V_S} \cdot f}$　$f_a = \frac{1500 + 300}{1500 + u} \cdot f_a' \cdots (b)$

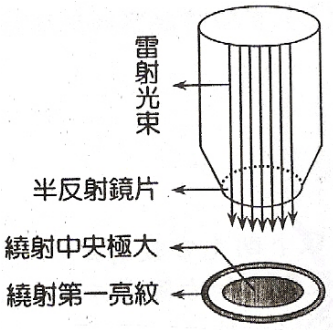
將(a)代入(b)，得 $30000 = \frac{1500 + 300}{1500 + u} \cdot (\frac{1500 - u}{1500 - 300} \cdot 28000)$，$u = 250m/s$

∴兩潛艇行進方向相同

（3）兩潛艇的相對速度 $V_{他我}=u-V_{我軍}=250-300=-50m/s<0$（兩潛艇接近中）

依題意標記為「$V_{他我}=+50m/s$」

13. 目前所使用的光碟機是以雷射光來讀取光碟片上的資料，因半反射鏡片為極小的圓孔，當雷射光束通過半反射鏡片時會產生繞射現象，其在光碟片上產生繞射中央極大所佔的面積即為一個位元（$1B$）的資料儲存區域，右圖所示為簡圖，已知如果使用波長$966nm$的雷射光時，光碟片上可以儲存的最大資料量為$4.7GB$，若改用波長$420nm$的藍光作為雷射光源，則相同大小的光碟片最大資料儲存最大約為下列何者?（$1GB=10^9B$）



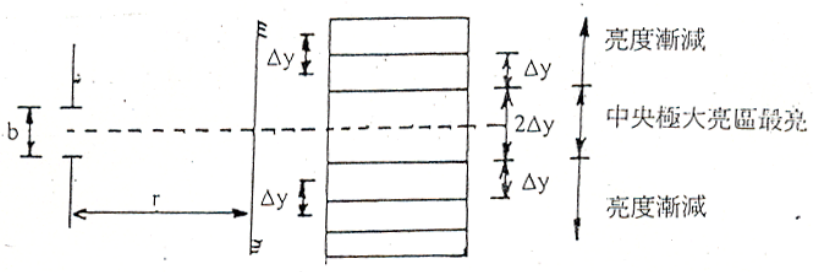
（A）$10.8GB$　（B）$32.5GB$　（C）$16.2GB$　（D）$57.2GB$　（E）$24.9GB$

【參考答案】：(E)

【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（上）－第五章 光的干涉與繞射

【解題策略】：單狹縫繞射實驗裝置：



$$\Delta y=\frac{r\lambda}{d}\text{=各亮紋寬度（中央亮紋爲}2\Delta y\text{）=亮紋間距=暗紋間距}$$

【試題解析】：（1）依 $\boxed{\Delta y=\frac{r\lambda}{d}}\xrightarrow{r,d=const.}\Delta y\propto\lambda$

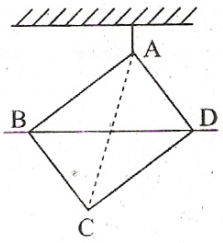
又繞射中央極大所佔的面積為一個位元（$1B$）的資料儲存區域（ΔA），故

$\Delta A\propto\Delta y^2\propto\lambda^2$

（2）設光碟片最大資料儲存面積為A，對應之儲存量為N，則

$$N\propto\frac{A}{\Delta A}\xrightarrow{A=const.}N\propto\frac{1}{\lambda^2}\text{，}\frac{N}{4.7}=\left(\frac{966}{420}\right)^2\Rightarrow N\fallingdotseq 24.9GB$$

14. 質量800g的均質長方體木塊$ABCD$，其一頂點A以細繩吊起，下半部浸入水中，當靜力平衡時，木塊的對角線BD恰與水面切齊，如右圖所示，若將繩子剪斷，讓木塊重新在水中達平衡，此時木塊露出水面的體積是多少？



（A）$320cm^3$　（B）$\frac{800}{3}cm^3$　（C）$280cm^3$　（D）$400cm^3$　（E）$460cm^3$

【參考答案】：（D）

【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（上）－第三章 靜力平衡

【解題策略】：（1）**靜力平衡** $\begin{cases} \textit{移動平衡} \Leftrightarrow \textit{不移動} \Leftrightarrow \Sigma F=0 \Leftrightarrow \begin{cases} \Sigma F_x=0 \\ \Sigma F_y=0 \end{cases} \\ \textit{轉動平衡} \Leftrightarrow \textit{不轉動} \Leftrightarrow \Sigma L=0 \Leftrightarrow L_{順}=L_{逆} \end{cases}$

（2）亞基米得原理－亦稱爲浮力原理

① 沉體（$D_{物} \geq d_{液}$）－浮力 $\boxed{B=W_{空}-W_{液}=V_{下}\cdot d_{液}\cdot g}$

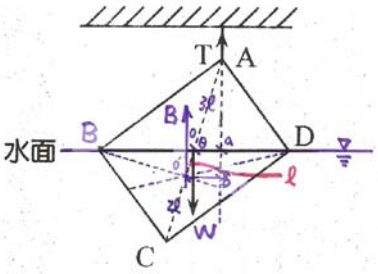
② 浮體（$D_{物} < d_{液}$）－浮力 $\boxed{B=W_{空}=V_{下}\cdot d_{液}\cdot g}$

【試題解析】：（1）取木塊為隔離體圖：圖（a）

取 $\boxed{\Sigma\vec{\tau}_A=0}$ $800\cdot(3l\cdot\cos\theta)=B\cdot(4l\cdot\cos\theta)$，$B=600gw$

又 $\boxed{B=V_{下}\cdot d_{液}\cdot g} \xrightarrow{d_{水}=1g/cm^3} 600=\left(\frac{1}{2}V_{木塊}\right)\cdot 1$

$\therefore V_{木塊}=1200cm^3$

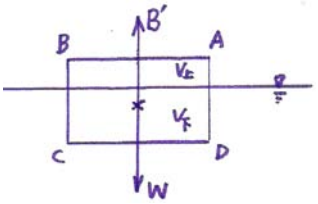


(a)

（2）木塊自由在水中達平衡：圖（b）

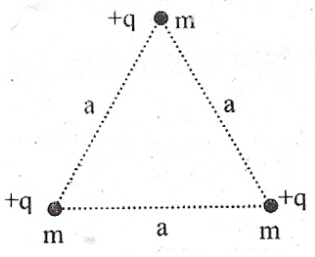
由 $\boxed{B=W_{物}=V_{下}\cdot d_{液}\cdot g}$ $800=V_{下}\cdot 1$，$V_{下}=800cm^3$

$\therefore V_{上}=1200-800=400cm^3$



(b)

15. 等邊三角形的三邊長均為a，三頂點均放置電量$+q$，質量m的小質點，如右圖所示，若其中兩個小質點被固定，另一頂點上的質點由靜止釋放至無窮遠處時，其速率為V_1，若三個質點皆不固定，同時由靜止釋放至無窮遠處時，各質點速率均為V_2，則$\frac{V_1}{V_2}=?$



（A）$\frac{3}{2}$　（B）$\sqrt{2}$　（C）2

（D）$\sqrt{3}$　（E）$\frac{\sqrt{6}}{2}$

【參考答案】：(B)

【考題難度】：★★★

【命題出處】：選修物理（上）－第六章 靜　電

【解題策略】：（1）電位能：

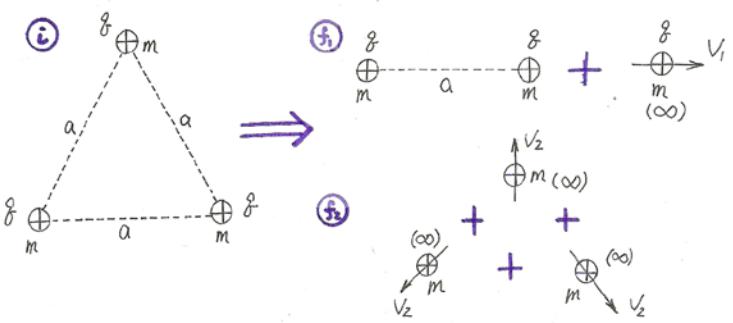
① 兩點電荷Q與q相距r時之電位能：$U(r)=\frac{kQq}{r}$，$U(\infty)=0$

② 點電荷群的系統電位能：$U_T=U_1+U_2+U_3+\cdots+U_n=\sum_{i=1}^{n}U_i$

（2）力學能守恆原理：非保守力作功爲零的系統，其總力學能守恆。

$$W_{\text{非保守力}}=0\xrightarrow{\text{數學式}}\Sigma E=E_K+U_e=const.\begin{cases}E_K=\frac{1}{2}mV^2\cdots\cdots\text{動能}\\U_e=\frac{kQq}{r}\cdots\cdots\text{電力位能}\end{cases}$$

【試題解析】：



（1）計算各情況下之總力學能：

①$(\Sigma E_T)_i=\frac{kq\cdot q}{a}\times 3=\frac{3kq^2}{a}$

②$(\Sigma E_T)_{f1}=\frac{kq\cdot q}{a}+\frac{1}{2}m\cdot V_1^2$，$(\Sigma E_T)_{f2}=(\frac{1}{2}m\cdot V_2^2)\times 3=\frac{3}{2}mV_2^2$

（2）依 $\Sigma E_T=const.$

$$\begin{cases}\frac{3kq^2}{a}=\frac{kq^2}{a}+\frac{1}{2}mV_1^2\Rightarrow V_1=\sqrt{\frac{4kq^2}{ma}}\\\frac{3kq^2}{a}=\frac{3}{2}mV_2^2\Rightarrow V_2=\sqrt{\frac{2kq^2}{ma}}\end{cases}，\frac{V_1}{V_2}=\sqrt{2}$$

16. 一端封閉，另一端開口的筆直長管，對管內吹入空氣時，測得管內空氣有1725*Hz*和2875*Hz*兩種振動頻率，若當時空氣中的音速為345m/s，則此管的管長可能是下列哪個長度？

（A）30*cm*　（B）75*cm*　（C）125*cm*　（D）60*cm*　（E）90*cm*

【參考答案】：(B)

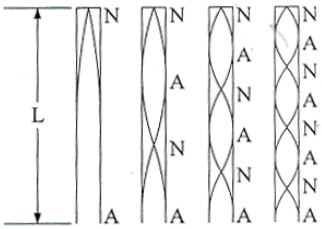
【考題難度】：★★

【命題出處】：選修物理（上）－第二章 聲　波

【解題策略】：縱波的駐波：閉管（一端開口而另一端封閉）

若管長爲l，則在管中形成駐波的條件爲

$\boxed{l=\frac{n\lambda}{4}}$ 或 $\boxed{f=\frac{nV}{4l}}$（$n=1,3,5,\cdots$）



【試題解析】：（1）依 $\boxed{f=\frac{nV}{4l}\ （n=1,3,5,\cdots）}$

$$\begin{cases}1725=\dfrac{n\cdot 345}{4L}\cdots\cdots(a)\\ 2875=\dfrac{n'\cdot 345}{4L}\cdots(b)\end{cases}\xrightarrow{\text{由}\frac{(a)}{(b)}}\frac{3}{5}=\frac{n}{n'}$$

n	3	9	15	21	……
n'	5	15	25	35	……

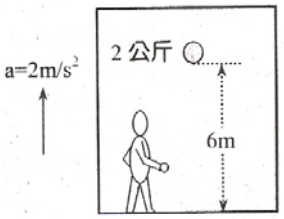
（2）取 $n=3\xrightarrow{\text{代入(1)式}}1725=\dfrac{3\cdot 345}{4L_{\min}}$，$L_{\min}=0.15m=15cm$

取 $n=9\xrightarrow{L'=3L_{\min}}L'=45cm$

取 $n=15\xrightarrow{L''=5L_{\min}}L''=75cm$ ……（B）○

取 $n=21\xrightarrow{L'''=7L_{\min}}L'''=105cm$

17. 某生靜立於升降機內，而升降機以$2m/s^2$的加速度上升，如右圖所示，該生見離地板高度$6m$處一質量為$2kg$的物體自由落下，該生見物著地板後反彈至原來高度，設物與地板接觸時間為0.1秒，則地板施予物的平均作用力為若干？



（A）400牛頓　（B）480牛頓　（C）420牛頓　（D）524牛頓　（E）504牛頓

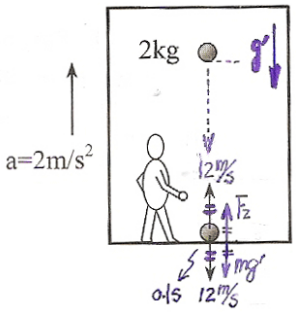
【參考答案】：（E）

【考題難度】：★★★

【命題出處】：物質科學物理篇（上）－第四章 牛頓運動定律

【解題策略】：

【試題解析】：（1）升降機內的等效重力場強度：$a=const.$↑



依 $\boxed{g'=g+a}$　$g'=10+2=12m/s^2$

又 $\boxed{S=\frac{1}{2}g't^2}$　$6=\frac{1}{2}\cdot 12\cdot t^2$，$t=1s$

（2）承（1），物體抵達地板時：

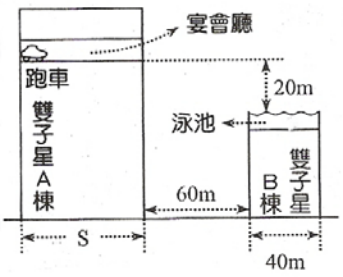
①末速 $\boxed{V=g't}$　$V=12\times 1=12m/s$

②因物體反彈至原來高度，故該物體離開地板時速度為$12m/s$，↑

依 $\boxed{\overline{F}=F_1+F_2=m\cdot\frac{\Delta V}{\Delta t}+mg'}$　$\overline{F}=2\cdot\frac{12-(-12)}{0.1}+2\times 12=504N$

18～19題為題組

18. 在名偵探柯南的電影『往天國的倒數計時』中，少年偵探隊想要駕駛停在雙子星A棟大樓某樓層宴會廳內的跑車衝出A棟大樓，且能安全降落在比該樓層低$20m$的雙子星B棟大樓樓頂的游泳池內，其相關位置和數據如右圖所示，宴會廳四周為落地玻璃帷幕，跑車衝破玻璃時其阻力可忽略不計，整個過程空氣阻力忽略不計，跑車長度與大樓寬度相較極小，可以不考慮，當該車恰離開A棟大樓時，跑車的速度表數據應該是下列哪個選項時，才能安全降落?



（A）$100km/hr$　（B）$185km/hr$　（C）$75km/hr$　（D）$130km/hr$　（E）$210km/hr$

19. 若跑車的加速過程為等加速度運動，已知跑車輪胎與地面的靜摩擦係數為0.5，那麼宴會廳的長度S至少應該多長？

（A）$60m$　（B）$90m$　（C）$80m$　（D）$110m$　（E）$120m$

【參考答案】：18.（D）；19.（B）

【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（上）－第四章 牛頓運動定律

【解題策略】：（1）水平拋射運動＝（等速度運動）$_X$＋（自由落體）$_Y$

（2）第二運動定律（運動定律）：$\boxed{F=m\times a}$ $\begin{cases}F:\text{作用淨外力(合力)}(N)\\ m:\text{物體質量}(kg)\\ a:\text{加速度}(m/\sec^2)\end{cases}$

【試題解析】：跑車衝出A棟大樓，在空中進行「水平拋射運動」：

18. 跑車安全降落在B棟大樓樓頂的游泳池內－

（1）Y軸－$\boxed{h=\frac{1}{2}gt^2}$　$20=\frac{1}{2}\times 10\times t^2$，$t=2\sec$

（2）X軸－$\boxed{60m\le R\le (60+40)m}$　$60m\le V_A\cdot 2\le (60+40)m$

$\therefore 30m/s\le V_A\le 50m/s \Leftrightarrow 108km/hr\le V_A\le 180km/hr$

19. 由牛頓第三運動定律得知，跑車受地面摩擦而啟動－

依 $\boxed{F=m\times a}$　$f_r=ma\le (f_S)_{\max}=\mu_S\cdot N=\mu_S mg$，$a\le \mu_S g$

由 $\boxed{V^2=V_0{}^2+2aS}\xrightarrow{V_0=0}a=\frac{V_A{}^2}{2S}\le \mu_S g$，$V_A\le\sqrt{2\mu_S gS}$

承18.，得$30m/s\le V_A\le\sqrt{2\mu_S gS}$，$S\ge\frac{900}{2\cdot 0.5\cdot 10}=90m$

20. 一質量200公克的子彈，以$200m/s$的水平速度射入一質量4.8公斤靜止於光滑水平面的木塊，彈留體內，事後測得子彈鑽入木塊內部深度為$10cm$，假設子彈與木塊碰撞過程兩者之間為定力作用，在子彈與木塊的碰撞期間，木塊在地面上滑行距離多遠？

（A）$0.4cm$　（B）$1.2cm$　（C）$0.8cm$　（D）$6cm$　（E）$14cm$

【參考答案】：(A)

【考題難度】：★★★

【命題出處】：物質科學物理篇（下）－第十章 碰　撞

【解題策略】：（1）碰撞系統的總動能：$\boxed{(\Sigma E_K)_T=(E_K)_C+(E_K)_i}$

①兩質點系統的總動能，$(\Sigma E_K)_T$——$(\Sigma E_K)_T=\frac{1}{2}m_1V_1^{\,2}+\frac{1}{2}m_2V_2^{\,2}$

②質心動能，$(E_K)_C$——$(E_K)_C=\frac{1}{2}(m_1+m_2)V_C^{\,2}$

③內動能——$(E_K)_i=\frac{1}{2}\cdot\frac{m_1m_2}{m_1+m_2}\cdot(V_1-V_2)^2$

（2）動量守恆定律：

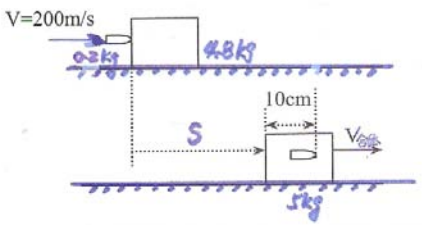
系統所受合外力爲零時，系統的總動量將保持不變，此稱爲動量守恆定律。

$$\boxed{\vec{F}=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}=\frac{d\vec{P}}{dt}=\vec{P'}(t)\xrightarrow{當\Sigma\vec{F}=0}\vec{P}(t)=const.}$$

（3）功能原理：合力（ΣF）對一物體所作的功，等於此物體動能的變化量（ΔE_K）。

$$\boxed{W_{合}=\Sigma F\cdot S=(E_K)_f-(E_K)_i=\Delta E_K}$$

【試題解析】：（1）取（子彈＋木塊）為一系統：



依 $\boxed{\Sigma\vec{P}=const.}$　$0.2\times200=(0.2+4.8)\times V_{合體}$

$\therefore V_{合體}=8m/s$

（1）子彈撞擊木塊，內動能轉移為摩擦熱能，作用期間定阻力為f_r：

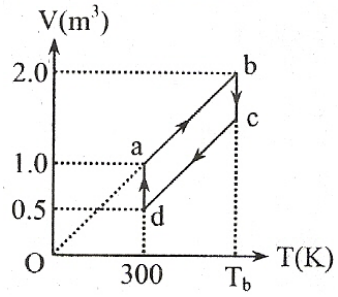
依 $\boxed{(E_K)_i=\frac{1}{2}\cdot\frac{m_1m_2}{m_1+m_2}\cdot(V_1-V_2)^2}$　$\frac{1}{2}\cdot\frac{0.2\cdot4.8}{0.2+4.8}\cdot(200-0)^2=f_r\cdot0.1$，$f_r=38400N$

（2）承（1），令木塊在碰撞期間滑行距離為S：

依 $\boxed{W_{合}=\Delta E_K}$　$38400\times S\times\cos0^0=\frac{1}{2}\times4.8\times8^2-0$，$S=4\times10^{-3}m=0.4cm$

二、多選題：

21. 將一定量的單原子理想氣體封入一個體積可以改變的密閉容器中，該理想氣體的$V-T$（體積－絕對溫度）圖中，由狀態a經b、c、d再回到狀態a的過程，如右圖所示，圖中ab與cd平行，而ab的延長線通過原點，ad與be互相平行且垂直於T軸，下列敘述何者正確？



（A）氣體自狀態a至狀態b的過程，其壓力變大

（B）氣體自狀態c至狀態d的過程，其壓力變大

（C）氣體自狀態d至狀態a的過程，遵守波以耳定律

（D）圖中的溫度$T_b=600℃$

（E）若氣體在a狀態時的壓力為$3atm$，則在c狀態的壓力為$4atm$

【參考答案】：（B）（C）（E）

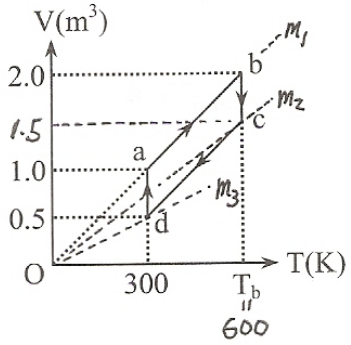
【考題難度】：★★

【命題出處】：物質科學物理篇（下）－第十三章 氣體動力論

【解題策略】：氣體物態方程式： $\boxed{PV=nRT}$
$\begin{cases} P:氣體壓力\left(N/m^2\right) \\ V:容器體積\left(m^3\right) \\ n:氣體莫耳數\left(mole\right) \\ R:氣體常數\left(8.3\right) \\ T:氣體溫體\left(K\right) \end{cases}$

【試題解析】：

$(A)\times$ $(B)O$ （1）依 $\boxed{PV=nRT}\xrightarrow{n,R=const.}P\propto\dfrac{T}{V}$



又$V-T$圖中斜直線之斜率為$m=\dfrac{V}{T}$

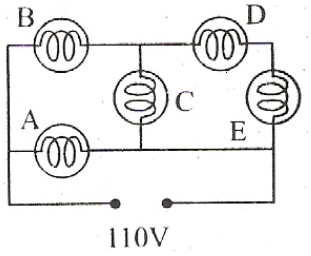
$$\therefore P\propto\frac{1}{m}\begin{cases} m\uparrow \\ P\downarrow \end{cases}\Rightarrow\begin{cases} m_1>m_2>m_3 \\ P_a=P_b<P_c<P_d \end{cases}$$

$(C)O$ （2）$d\sim a\xrightarrow{T=300K=const.}PV=const.$（波以耳定律）

$(D)\times$ （3）依 $\boxed{PV=nRT}\xrightarrow{a\sim b:n,R,P=const.}V\propto T$，$\dfrac{1.0}{2.0}=\dfrac{300}{T_b}$，$T_b=600K$

$(E)O$ （4）同（1），$\dfrac{P_a}{P_C}=\dfrac{T_a}{T_C}\cdot\dfrac{V_C}{V_a}\Leftrightarrow\dfrac{3}{P_C}=\dfrac{300}{600}\cdot\dfrac{1.5}{1.0}$，$P_C=4atm$

22. 有5盞完全相同燈泡 A、B、C、D、E，其連接線路，如右圖所示，各燈泡的規格均為 $110V$、$100W$，接上 $110V$ 的電源後，請問下列各項敘述何者正確？



（A）通過 A 燈泡的電流為 $\frac{10}{11}A$　　（B）B 燈泡兩端電壓為 $66V$

（C）通過 C 燈泡的電流為 $\frac{4}{11}A$　　（D）D 燈泡耗電功率為 $4W$

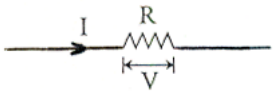
（E）C 燈泡最易燒毀

【參考答案】：(A)(B)(C)(D)

【考題難度】：★★★

【命題出處】：選修物理（上）－第七章 電　流

【解題策略】：（1）歐姆定律：$\boxed{I=\frac{V}{R}}$ 或 $\boxed{R=\frac{V}{I}}$ $\boxed{\text{歐姆}(\Omega)=\frac{\text{伏特}(V)}{\text{安培}(A)}}$

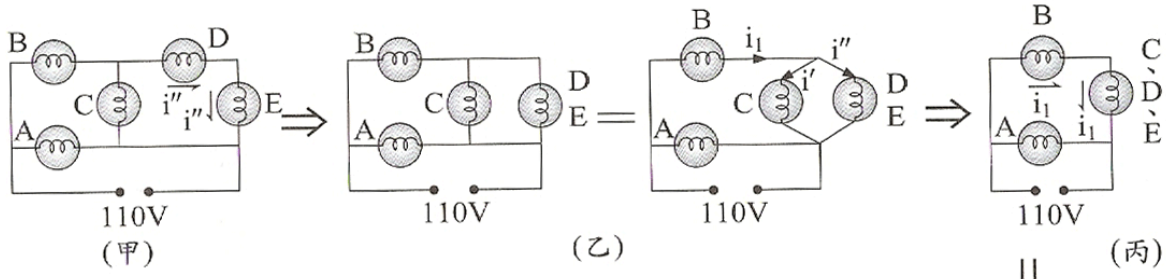


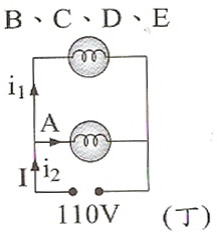
（2）焦耳定律－

①電能：$\boxed{W=Q\times V=I\times t\times V=I^2\times R\times t=\frac{V^2}{R}\times t}$

②電功率：$\boxed{P=I\times V=I^2\times R=\frac{V^2}{R}}$

【試題解析】：





（1）$R_{DE}=2R$，$R_{CDE}=\frac{2}{3}R$，$R_{BCDE}=\frac{5}{3}R$，$R_T=\frac{5}{8}R$

又 $\boxed{P=\frac{V^2}{R}}$ $R_{\text{燈泡}}=\frac{110^2}{100}=121\Omega$，$R_T=\frac{5}{8}\times 121\Omega$

（2）由 $\boxed{R=\frac{V}{I}}$ $I=\frac{110}{\frac{5}{8}\times 121}=\frac{16}{11}A$（總電流）

（3）由（丁）圖知，R_A ： $R_{BCDE}=1:\frac{5}{3}=3:5$

$\therefore\ i_1=\frac{16}{11}\times\frac{3}{8}=\frac{6}{11}A$，$i_2=\frac{16}{11}\times\frac{5}{8}=\frac{10}{11}A\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(A)O$

（4）同（丁）圖知，$V_{BCDE}=110V$；又（丙）圖得，R_B：$R_{CDE}=1$：$\frac{2}{3}=3$：2

∴ $V_B=110\times\frac{3}{5}=66V$ ……$(B)O$

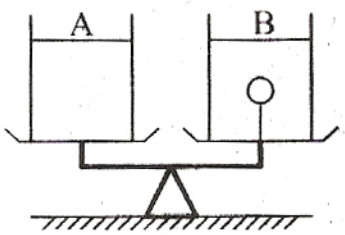
（5）由（乙）圖知，R_C：$R_{DE}=1$：2

∴ $i'=\frac{16}{11}\times\frac{2}{3}=\frac{4}{11}A$，$i''=\frac{16}{11}\times\frac{1}{3}=\frac{2}{11}A$ ……$(C)O$

（6）由（甲）圖知：$\boxed{P=I^2R}$ $P_D=i''^2\times R=\left(\frac{2}{11}\right)^2\times 121=4W$ ……$(D)O$

（7）由電路各支電流分析知，流經A燈泡的電流量（i_2）為最大，熱功率最高，最易燒毀……$(E)\times$

23. 將兩相同容器 A、B 分別置入適量質量密度 ρ 的水，但 B 容器底部以一細線綁住一體積 V，質量密度 ρ_0 的木製圓球，已知 $\rho > \rho_0$，將兩容器置於等臂天平的兩秤盤上，調整容器內水量至兩秤盤成水平平衡，此時兩容器及其內容物總質量均為 M，如右圖所示，若 B 容器中的細線突然斷裂，木球開始緩慢上浮，假設不計水之阻力且水之擾動極小可忽略不計，在木球露出水面之前，請選出正確的選項？



（A）在繩斷裂前其張力 $T = V(\rho - \rho_0)g$

（B）在繩斷裂後木球上浮的加速度 $a = \dfrac{\rho - \rho_0}{\rho} g$

（C）在木球上浮過程容器 B 及其內容物的質心速度是向上的

（D）在繩斷裂後在木球上浮過程，容器 B 及其內容物的總動量是向下的

（E）在木球上浮過程，等臂天平仍然保持水平平衡

【參考答案】：（A）（D）

【考題難度】：★★★

【命題出處】：物質科學物理篇（上）－第五章 牛頓運動定律的應用
物質科學物理篇（下）－第十一章 流體的性質

【解題策略】：（1）取隔離體圖、分析內力：

隔離部分物塊，物塊週邊凡有與之接觸的部分就有力的作用，均需一一繪出，如此的物塊受力圖即為隔離體圖。依牛頓第二運動定律，$\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$，列式解析隔離體圖。

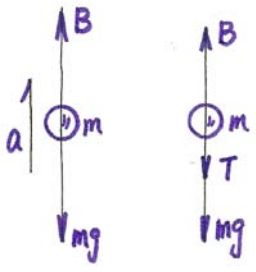
（2）質心加速度（$\overrightarrow{a_C}$）：$\boxed{\overrightarrow{a_C} = \dfrac{m_1\overrightarrow{a_1} + m_2\overrightarrow{a_2}}{m_1 + m_2}}$

（3）質心定理：

①系統不受外力作用，質心 $\begin{cases} \textit{靜者恆靜} \\ \textit{動者恆作等速度運動}, \overrightarrow{V_C} = const. \end{cases}$。

②系統受定外力作用，質心進行等加速度運動，且 $\boxed{(\Sigma F_i)_{外力} = M\overrightarrow{a_C}}$

【試題解析】：$(A)O$　（1）繩斷裂前：取木球（m）為隔離體圖



（b）　（a）

依 $\boxed{\Sigma F_y = 0} \xrightarrow{圖(a)} B = mg + T$

又 $\begin{cases} 浮力 : B = V\rho g \\ 重力 : mg = V\rho_0 \cdot g \end{cases}$，$T = V(\rho - \rho_0)g$

$(B)\times$　（2）繩斷裂後：木球上浮

依 $\boxed{\Sigma F_y = ma_y} \xrightarrow{\text{圖}(b)} B - mg = m\cdot a$ ，$a = \dfrac{Vg(\rho-\rho_0)}{m} = \dfrac{\rho-\rho_0}{\rho_0}g$ ，↑

$(C)\times$　（3）視（容器 B ＋水＋木球）為一系統：

①木球以 a 加速上浮時，因內力成對作用，必有一等體積的水以 a 加速下沉。

②設木球質量 $m_1 = m = V\rho_0$ ，等體積的水質量 $m_2 = V\rho$ ，剩餘的質量 $m_3 = M - V(\rho_0+\rho)$

③依 $\boxed{\overrightarrow{a_C} = \dfrac{m_1\overrightarrow{a_1} + m_2\overrightarrow{a_2}}{m_1+m_2}}$ $\overrightarrow{a_C} = \dfrac{V\rho_0\cdot a\uparrow + V\rho\cdot a\downarrow + m_3\cdot 0}{M}$

代入 a ，得 $a_C = \dfrac{Va(\rho-\rho_0)}{M},\downarrow = \dfrac{V(\rho-\rho_0)^2}{M\rho_0}g,\downarrow$

$(D)O$　（4）承（3），因 a_C 向下，故木球上浮時，系統總動量向下。

$(E)\times$　（5）由 $\begin{cases} A\text{容器}: N_A = Mg \\ B\text{容器}: Mg - N_B = M\cdot a_C \Rightarrow N_B = Mg - \dfrac{V(\rho-\rho_0)^2}{\rho_0}g < N_A \end{cases}$

∴天平無法保持水平平衡，應是「容器 A 下降，容器 B 上移」。

24. 一物體作簡諧運動（*S.H.M.*），其位置與時間的關係為 $X(t)=2\cos\left(2\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$，其中 X 與 t 的單位為公尺與秒，則下列敘述何者正確？

（A）此簡諧運動的週期為2秒

（B）2秒末物體的位置在+1公尺處

（C）2秒末物體的速度為 $-2\sqrt{3}\pi$ 公尺/秒

（D）物體最大加速度的量值為 $8\pi^2$ 公尺/秒^2

（E）若物體的質量為1公斤，則受力為 $F=-8\pi^2 X$ 牛頓

【參考答案】：（B）（C）（D）

【考題難度】：★★★

【命題出處】：物質科學物理篇（上）－第五章 牛頓運動定律的應用

【解題策略】： *S.H.M.*的數學函數表示式：

從任意位置處開始計時－
$$\begin{cases} x(t)=R\cdot\cos(\omega\cdot t\pm\phi)\cdots\cdots\cdots\cdots\text{位置時間函數} \\ V(t)=-R\omega\cdot\sin(\omega\cdot t\pm\phi)\cdots\cdots\cdots\text{速度時間函數} \\ a(t)=-R\omega^2\cdot\cos(\omega\cdot t\pm\phi)\cdots\cdots\text{加速度時間函數} \end{cases}$$

【試題解析】：$(A)\times$　（1）由 $X(t)=2\cos\left(2\pi t+\frac{\pi}{3}\right)\Leftrightarrow\boxed{X(t)=R\cos(\omega t+\phi)}$

$$\therefore R=2m\ ,\ \omega=2\pi=\frac{2\pi}{T}\Rightarrow T=1s$$

$(B)O$　（2）$X(2)=2\cos\left(4\pi+\frac{\pi}{3}\right)=2\cos 60^0=+1m$

$(C)O$　（3）依 $\boxed{V(t)=X'(t)}$ $V(t)=-4\pi\sin\left(2\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$

$$\therefore V(2)=-4\pi\sin\left(4\pi+\frac{\pi}{3}\right)=-4\pi\sin 60^0=-2\sqrt{3}\pi m/s$$

$(D)O$　（4）依 $\boxed{a(t)=V'(t)}$ $a(t)=-8\pi^2\cos\left(2\pi t+\frac{\pi}{3}\right)$

又 $(\cos\theta)_{\max}=1\Rightarrow a_{\max}=-8\pi^2 m/s^2\xrightarrow{\text{量值}}a_{\max}=8\pi^2 m/s^2$

$(E)\times$　（5）由 $\boxed{T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}\xrightarrow{\text{承(1)}}1=2\pi\sqrt{\frac{1}{k}}$ ，$k=4\pi^2 N/m$

依 $\boxed{\vec{F}=-k\vec{x}}$ $F=-4\pi^2 x$

第貳部分：非選擇題

一、在室溫25℃下，將一銅塊A置入熱容量為$48cal/℃$的量熱器中，秤得銅塊A及量熱器（含插有溫度計的杯蓋）質量共為$1200g$，此時倒入適量42℃的溫水，蓋上量熱器杯蓋，當系統達熱平衡時溫度為30℃，此刻再次量得整個系統質量為$1250g$，設無熱量散失，水量蒸發亦可忽略不計，則

（1）試計算該銅塊A的水當量為若干？（4分）

（2）打開量熱器的杯蓋一段時間，待系統冷卻與室溫達熱平衡後取出銅塊A，再加入一些適量室溫下的水，然後將銅塊A置於酒精燈火焰中加熱一段時間，待銅塊與火焰達熱平衡後，迅速將銅塊置入原量熱器中並蓋上杯蓋，當系統再次達熱平衡時，量熱器上的溫度計顯示讀數為85℃，此時測得系統總質量為$2112g$，根據以上所測之數據，試計算酒精燈火焰的溫度為若干℃？（6分）

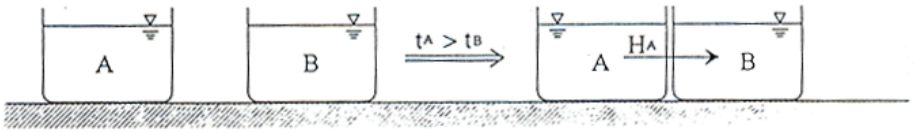
【參考答案】：（1）72 克 （2）885℃

【考題難度】：★★★

【命題出處】：物質科學物理篇（下）－第十二章 熱 學

【解題策略】：（1）熱平衡：

當孤立的兩個物體互相接觸時，經過一段時間，兩物體的巨觀性質（如壓力、體積）將不再變化，此兩物體具有相同的溫度，這時我們稱此兩物體達熱平衡。



$$\Sigma E = const. \rightarrow H_{放} = H_{吸}$$

（2）熱容量：整個物體溫度升高1^0C時所需的熱量，叫做該物體的熱容量。

$$C = \frac{\Delta H}{\Delta t} \begin{cases} \Delta H : \text{熱量的變化量}(cal) \\ \Delta t : \text{溫度的變化量}(^0C) \\ C : \text{熱容量}(cal/^0C) \end{cases}$$

【試題解析】：（1）表列系統內各物質的熱物理量：

	初溫	末溫	溫差	熱容量	質量	熱量變化（ΔH）
銅塊A	25℃	30℃	5℃		$1200g$	H_A
量熱器	25℃	30℃	5℃	$48cal/^0C$		$48\times5=240cal$
溫　水	42℃	30℃	12℃		$50g$	$50\times1\times12=600cal$

依 $\Sigma H_{放} = \Sigma H_{吸}$　$600 = 240 + H_A$，$H_A = 360cal = M\times1\times5$

∴銅塊A的水當量　$M = 72g$

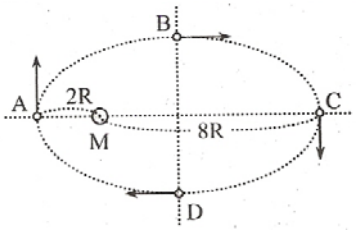
（2）表列系統內各物質的熱物理量：

	初溫	末溫	溫差	熱容量	質量	熱量變化（ΔH）
銅塊 A	x℃	85℃	（$x-85$）℃			$M\times1\times(x-85)$
量熱器	25℃	85℃	60℃	$48\,cal/^0C$		$48\times60=2880cal$
溫　水	25℃	85℃	60℃		$912g$	$912\times1\times60$

依 $\boxed{\Sigma H_{放}=\Sigma H_{吸}}$ $912\times1\times60+2880=72\times1\times(x-85)$

∴酒精燈火焰的溫度 $x=885$℃

二、一質量 m 的行星繞著質量為 M 的主星作橢圓軌道運行，已知其近日點 A 距離主星為 $2R$，遠日點 C 距離主星為 $8R$，BD 為橢圓軌道的短軸，如右圖所示，若不考慮其他星體引力的作用，萬有引力常數以 G 表示，試回答下列各小題：



說明：答案請以 G 、M 、m 、R 表示，圓周率以 π 表示。

（1）行星自 B 點經 C 點至 D 點所花的時間設為 Δt_1，行星自 D 點經 A 點至 B 點所花的時間設為 Δt_2，試計算 $\Delta t_1 : \Delta t_2 =$？（3分）

（2）該行星自 B 點運行至遠日點 C 時，重力對該行星作功為若干？（3分）

（3）行星通過 B 點時的速率為何？（4分）

【參考答案】：(1) $(5\pi+6):(5\pi-6)$；**(2)** $-\dfrac{3GMm}{40R}$；**(3)** $\sqrt{\dfrac{GM}{5R}}$

【考題難度】：★★★

【命題出處】：物質科學物理篇（下）－第九章 位能與能量守恆定律

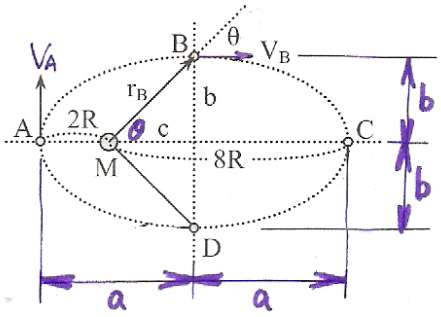
【解題策略】：（1）克卜勒行星第二運動定律：等面積速率定律

$$\boxed{\frac{\Delta A}{\Delta t}=\frac{1}{2}r^2\omega=\frac{1}{2}rV\sin\theta=const.}$$（ θ ：$\vec{r}$ 、$\vec{V}$ 間之夾角）

（2）力學能守恆原理：非保守力作功爲零的系統，其總力學能守恆。

$$W_{非保守力}=0\xrightarrow{數學式}\begin{cases}E=E_K+U=const.\\ \Delta E_K+\Delta U=0\\ \Delta E_K=-\Delta U\end{cases}$$

【試題解析】：（1）①由題圖所示：$\begin{cases}a=\dfrac{2R+8R}{2}=5R\\ c=a-2R=3R\end{cases}\Rightarrow b=\sqrt{a^2-c^2}=4R$，$\theta=\tan^{-1}\dfrac{b}{c}=53^0$



②依 $\boxed{\dfrac{\Delta A}{\Delta t}=const.}$ $\dfrac{\Delta t_1}{\Delta t_2}=\dfrac{圖MBCD面積}{圖MBAD面積}$

$$=\frac{\frac{1}{2}ab\pi+\frac{1}{2}\cdot 2b\cdot c}{\frac{1}{2}ab\pi-\frac{1}{2}\cdot 2b\cdot c}$$

$$=\frac{a\pi+2c}{a\pi-2c}=\frac{5\pi+6}{5\pi-6}$$

（2）依 $\boxed{W_{外力}=\Delta E_K=-\Delta U_g}$ $W_{外力}=-\left[(U_g)_C-(U_g)_B\right]=(U_g)_B-(U_g)_C$

$$\therefore W_{外力}=\left(-\frac{GMm}{5R}\right)-\left(-\frac{GMm}{8R}\right)=-\frac{3GMm}{40R}$$

（3）①依 $\boxed{\frac{\Delta A}{\Delta t}=\frac{1}{2}rV\sin\theta=const.}$ $\frac{1}{2}\cdot 2R\cdot V_A\sin 90^0=\frac{1}{2}\cdot 5R\cdot V_B\sin 53^0$

$\therefore\ \frac{V_A}{V_B}=\frac{2}{1}\xrightarrow{令}\begin{cases}V_A=2V\\V_B=V\end{cases}$

②行星繞主星運行，軌道上力學能守恆：

$\frac{1}{2}m\cdot(2V)^2+\left(-\frac{GMm}{2R}\right)=\frac{1}{2}m\cdot V^2+\left(-\frac{GMm}{5R}\right)$，$V_B=V=\sqrt{\frac{GM}{5R}}$