台北區公立高中 97 學年度第二學期
大學入學指定科目第三次聯合模擬考
物理考科試題詳解

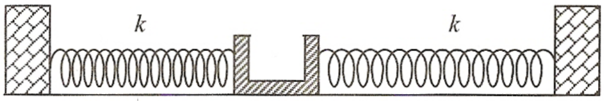
湯烈漢 老師編解

第一部分：選擇題

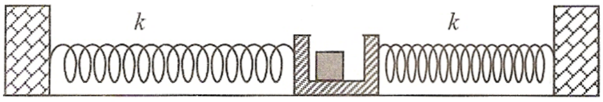
一、單一選擇題

1. 在光滑水平面上，將兩條力常數均為k的理想彈簧繫在一金屬盒上，彈簧的另一端均固定於鉛直牆壁。當空盒在左右振動時，如右圖（a）所示，測得盒的振盪頻率為f。今將一待測物體固定在盒中，如右圖（b）所示，再測得左右振動的頻率變為$\frac{f}{2}$，則待測物體的質量為

(A) $\dfrac{4k}{\pi^2 f^2}$
(B) $\dfrac{2k}{\pi^2 f^2}$
(C) $\dfrac{k}{2\pi^2 f^2}$
(D) $\dfrac{3k}{4\pi^2 f^2}$
(E) $\dfrac{3k}{2\pi^2 f^2}$



圖（a）



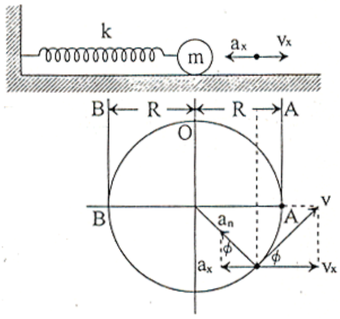
圖（b）

【參考答案】：(**E**)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準－五、牛頓運動定律的應用

【解題策略】：簡諧運動（$S.H.M.$）：



（1）$\boxed{\begin{cases}\text{速率}:V_x = V\cdot\cos\phi \\ \text{加速率}:a_x = a_n\cdot\sin\phi\end{cases}}$

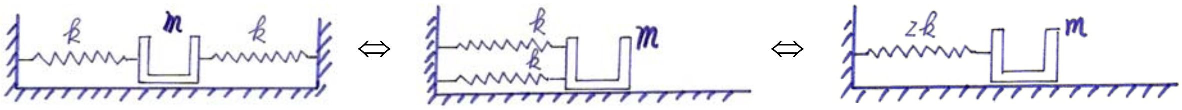
（2）$\boxed{\text{週期}:T = 2\pi\cdot\sqrt{\dfrac{m}{k}} \Leftrightarrow}$

（3）$\boxed{\text{最大速率}:(V_x)_{\max} = \dfrac{2\pi R}{T}}$

（4）$\boxed{\text{最大加速率}:(a_x)_{\max} = a_n = \dfrac{(V_x)_{\max}^{\ 2}}{R} = \dfrac{4\pi^2 R}{T^2}}$

【試題解析】：（1）化簡組合彈簧的彈力常數：如下圖所示

$$k_{組合} = \Sigma k_i = k + k = 2k \text{（並聯）}$$

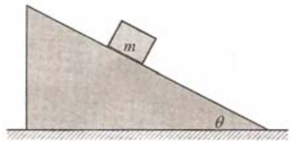


（2）依 $\boxed{T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}}$ $\boxed{f = \frac{1}{T}}$ $\begin{cases} (a)\text{滑塊質量}m: f = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{2k}{m}} \\ (b)\text{滑塊質量}m+M: \frac{f}{2} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{2k}{m+M}} \end{cases}$

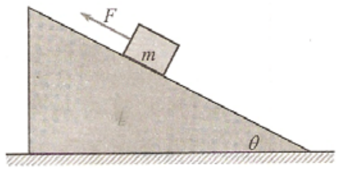
化簡上式，得 $\begin{cases} m = \frac{k}{2\pi^2 f^2} \\ m+M = \frac{2k}{\pi^2 f^2} \end{cases} \xrightarrow{\text{兩式相減}} M = \frac{3k}{2\pi^2 f^2}$（待測物體的質量）

2.～3.題為題組

如右圖所示，一楔形物體固定在水平地面上，其斜面的傾斜角為$\theta=37^0$，斜面上有一質量$m=1kg$的小物塊，小物塊與斜面之間存在摩擦力。

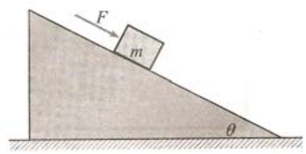


2. 如右圖（a）所示，若用定力$10N$沿斜面向上拉小物塊，使之等速度上滑，求小物塊運動過程中與斜面間的摩擦力為
（A）0
（B）$4N$
（C）$6N$
（D）$8N$
（E）$10N$



（a）

3. 若改以$10N$的定力沿斜面向下推小物體，如右圖（b）所示，則小物體的加速度為
（A）0
（B）$6m/\sec^2$
（C）$10m/\sec^2$
（D）$12m/\sec^2$
（E）$16m/\sec^2$



（b）

【參考答案】：（**B**）、（**D**）

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準－四、牛頓運動定律

【解題策略】：（**1**）何爲隔離體圖（*Free Body Diagram*）：

研習力學問題時，對物體內力的分析是經常遇見的，此時必須隔離包含該力的部分物塊，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爲隔離體圖。

（**2**）如何分析內力？

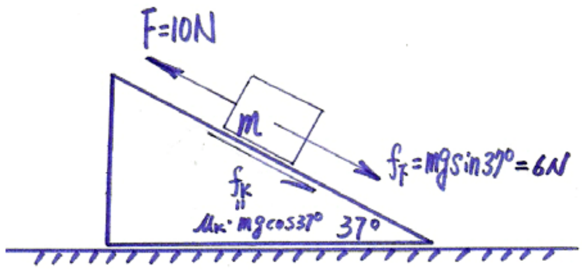
承（**1**）所述，取得物塊的隔離體圖，依牛頓第二運動定律，$\Sigma\vec{F}=m\vec{a}$，列式解析。

【試題解析】：（1）取圖（a）之物塊為隔離體圖：如下圖（一）所示

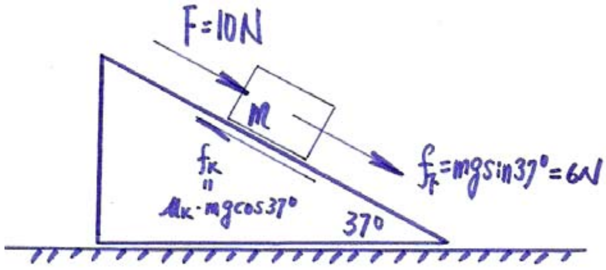
小物體（m）的受力－$\begin{cases} F=10N\uparrow \\ f_{下}=mg\sin 37^0=6N\downarrow \\ f_K=\mu_K\cdot mg\cos 37^0=8\mu_K\downarrow \end{cases}$

$\because$小物體等速度上滑，$\Sigma F=0$，$10=6+8\mu_K$，$\mu_K=0.5$

$\therefore f_K=4N$



圖（一）



圖（二）

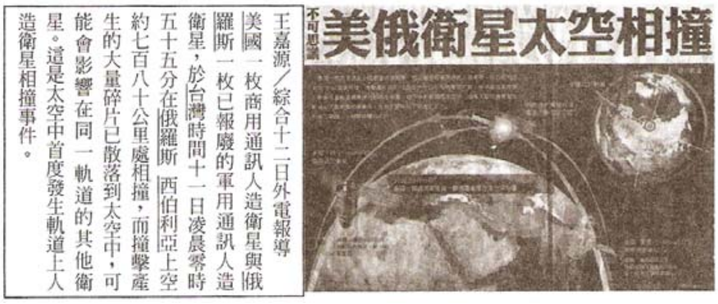
（2）取圖（b）之物塊為隔離體圖：如上圖（二）所示

小物體（m）的受力－$\begin{cases} F = 10N \downarrow \\ f_{下} = mg\sin 37^0 = 6N \downarrow \\ f_K = \mu_K \cdot mg\cos 37^0 = 4N \uparrow \end{cases}$

∵小物體等加速度下滑

∴依 $\boxed{\Sigma F = ma}$ $10 + 6 - 4 = 1 \cdot a$，$a = 12\dfrac{m}{\sec^2}$

4. 如下圖所示，2009年2月13日《中國時報》的頭條新聞：美俄衛星太空相撞，其報導如下


美俄衛星太空相撞

王嘉源／綜合十二日外電報導

美國一枚商用通訊人造衛星與俄羅斯一枚已報廢的軍用通訊人造衛星，於台灣時間十一日凌晨零時五十五分在俄羅斯西伯利亞上空約七百八十公里處相撞，而撞擊產生的大量碎片已散落到太空中，可能會影響在同一軌道的其他衛星。這是太空中首度發生軌道上人造衛星相撞事件。

已知地球的半徑為 $6400km$，則從這篇新聞報導，估算美俄兩國的人造衛星繞行地球的週期約為若干？

（A）570 min　（B）420 min　（C）350 min　（D）280 min　（E）100 min

【參考答案】：（**E**）

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準－七、萬有引力定律

【解題策略】：衛星繞地球運轉，所需之向心力由其間之萬有引力提供。

$$\boxed{F_g = F_n = ma_n = m\cdot\frac{V^2}{r} = mr\omega^2 = 4\pi^2 mrf^2 = \frac{4\pi^2 mr}{T^2}}$$

【試題解析】：依 $\boxed{F_g = F_n = \frac{4\pi^2 mr}{T^2}} \xrightarrow{r=R_e+h} \frac{GMm}{r^2} = \frac{4\pi^2 mr}{T^2}$，$T = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$

又 $g = \frac{GM}{{R_e}^2} = 10\frac{m}{\sec^2}$ = 地表處之重力場強度，$GM = g{R_e}^2$

$$\therefore\ T = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{(R_e+h)^3}{g{R_e}^2}} = 2\pi\cdot\sqrt{\frac{[(6400+780)\times1000]^3}{10\cdot(6400\times1000)^2}} \fallingdotseq 5973\sec \fallingdotseq 100\min$$

5.～6.題為題組

如右圖所示，在一次颱風演習中，空中警察隊演練利用直升機搶救一落水災民，直升機停滯在空中，可視為靜止。起動馬達將災民從距離飛機 $90m$ 處的洪水中拉到機艙裡。已知災民的質量為 $80kg$，繩子的拉力不能超過 $1200N$，馬達最大輸出功率為 $12kW$。

5.為快點把災民安全救起，操作人員採取以下的辦法，先讓繩子以最大的拉力作用一段時間到達馬達最大功率後，維持此功率繼續運轉，當災民被拉上機艙時恰好達到最大速度。求此最大速度為何？

（A）$10m/\sec$　（B）$15m/\sec$　（C）$20m/\sec$
（D）$25m/\sec$　（E）$30m/\sec$

6.吊起災民所用的總時間為

（A）$22.00\sec$　（B）$17.50\sec$　（C）$13.50\sec$　（D）$7.75\sec$　（E）$5.75\sec$

【參考答案】：（**B**）、（**D**）

【考題難度】：★★★

【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準－四、牛頓運動定律；八、功與動能

【解題策略】：功率（$\overline{P}$）：

（1）平均功率－$\boxed{\overline{P}=\dfrac{\Delta W}{\Delta t}=\dfrac{\vec{F}\cdot\Delta\vec{x}}{\Delta t}=\vec{F}\cdot\overrightarrow{V_{av}}=FV_{av}\cos\theta}$

（2）瞬時功率－$\boxed{P(t)=\dfrac{dW}{dt}=\lim\limits_{\Delta t\to 0}\dfrac{\Delta W}{\Delta t}=\lim\limits_{\Delta t\to 0}\dfrac{\vec{F}\cdot\Delta\vec{x}}{\Delta t}=\vec{F}\cdot\vec{V}(t)=FV(t)\cos\theta}$

（θ：$\vec{F}$、$\vec{V}(t)$間之夾角）

【試題解析】：（1）①剛開始時，起動馬達以最大繩張力（$T_{\max}=1200N$）拉起災民，此時災民為等加速度運動，當馬達達最大功率後，災民具$(V_{\max})_1$。

②馬達持續以定功率（$P=12kW$）拉動災民上升：

依 $\boxed{P(t)=\vec{F}\cdot\vec{V}(t)}\xrightarrow{P=const.}\begin{cases}V\uparrow\\T\downarrow\end{cases}$

當繩張力與災民重力相等時，災民速度達$(V_{\max})_2$，即

$12000=800\times(V_{\max})_2$，$(V_{\max})_2=15\dfrac{m}{\sec}$

（2）①救生工作的最初期：

災民（$m=80kg$）的受力－$\begin{cases}\text{繩張力}:T_{\max}=1200N\\\text{重力}:W=mg=800N\end{cases}$

依 $\boxed{\Sigma F=ma}$　$1200-800=80\cdot a$，$a=5\dfrac{m}{\sec^2}\uparrow=const.$

又 $\boxed{P(t)=\vec{F}\cdot\vec{V}(t)=FV(t)\cos\theta}$　$12\times10^3=1200\times(V_{\max})_1$，$(V_{\max})_1=10\dfrac{m}{\sec}$

依 $\begin{cases}V=V_0+at & 10=0+5\cdot t_1,t_1=2\sec\\S=V_0t+\dfrac{1}{2}at^2 & S_1=\dfrac{1}{2}\cdot5\cdot2^2=10m\end{cases}$

②馬達達最大功率後：

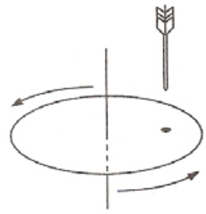
馬達以定功率（$P=12kW$）拉起災民，費時t_2，輸出電能$U_e=P\cdot t_2$。

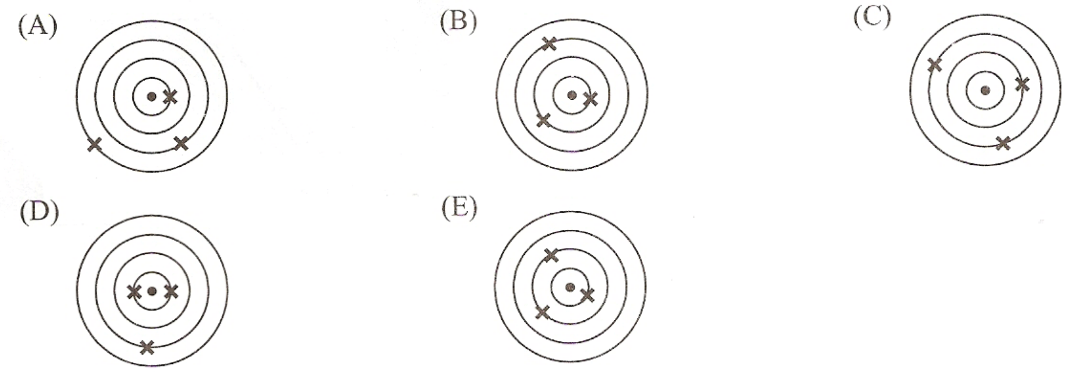
依 $\boxed{\Sigma E=const.}$ $\left(E_K\right)_i+U_e=\left(E_K\right)_f+E_P$

$$\frac{1}{2}\times 80\times 10^2+12000\times t_2=\frac{1}{2}\times 80\times 15^2+80\times 10\times(90-10)$$，$t_2=5.75\sec$

∴吊起災民所用的總時間為 $T=t_1+t_2=2+5.75=7.75\sec$

7. 某個週末子安在逛夜市時，發現有一射飛鏢的攤位，遊戲規則是把三支飛鏢射 向一轉動的水平圓盤，如右圖所示，根據射中的數字計分並可兌換獎品。已知圓盤的直徑為 $40cm$ 、轉動慣量為 $2.1\times10^4 g-cm^2$ ，每支飛鏢的質量為 $60g$ 。今子安將三支飛鏢射出後，發現圓盤的轉速變為原來的一半。若可將飛鏢視為質點，且不計任何阻力，則三支飛鏢射中的情況為





【參考答案】:(**B**)
【考題難度】:★★
【命題出處】:高級中學物質科學（物理篇）課程標準－ 六、轉動
【解題策略】:(1) 角動量守恆定律：

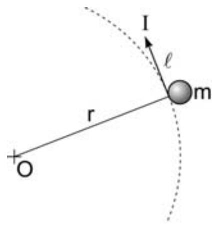
外力對轉軸所生之力矩和為零時，則轉動體之角動量將保持不變，稱為角動量守恆定律。

$$\boxed{\tau(t)=\frac{dl}{dt}=l'(t)\xrightarrow{\tau(t)=0}l(t)=const.}\Leftrightarrow\boxed{m\cdot r\cdot V\sin\theta=const.}$$

(2) 轉動慣量（ I ）的定義

質量為 m 的質點在平面上繞某固定軸轉動時，質點對此固定軸的轉動慣量定義為

$\boxed{I=mr^2}$ （ r ：質點 m 到轉軸 O 的距離）



【試題解析】:(1) 取（飛鏢＋圓盤）為一系統：

$\because\ \Sigma\tau=0$（系統不受外力矩作用）

$\therefore\ L=m\cdot r\cdot V\sin\theta=const.$

又圓盤為圓周運動，則 $V=r\omega$，得 $L=mr^2\cdot\omega\xrightarrow{I=mr^2}L=I\omega=const.$

故飛鏢射靶前後，得 $I\cdot\omega=I'\cdot\frac{1}{2}\omega$ ， $I'=2I$

(2) 計算各選項之轉動慣量值：

$(A)\times\quad I'=2.1\times10^4+\left(60\times5^2+60\times15^2+60\times20^2\right)=6.00\times10^4 g-cm^2$

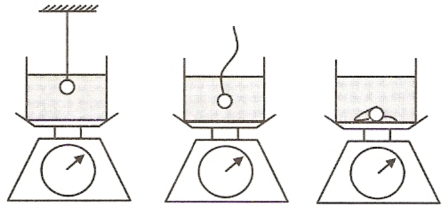
$(B)O\quad I'=2.1\times10^4+\left(60\times5^2+60\times10^2+60\times15^2\right)=4.20\times10^4 g-cm^2=2I$

$(C)\times\quad I'=2.1\times10^4+\left(60\times10^2+60\times15^2+60\times15^2\right)=5.40\times10^4 g-cm^2$

$(D)\times\quad I'=2.1\times10^4+\left(60\times5^2+60\times5^2+60\times15^2\right)=3.75\times10^4 g-cm^2$

$(E)\times\quad I'=2.1\times10^4+\left(60\times5^2+60\times10^2+60\times10^2\right)=3.45\times10^4 g-cm^2$

8. 如右圖所示，甲為磅秤上放一裝水的燒杯，以細線懸吊一鐵球而浸於水中;乙為剪斷細線後，鐵球正以一加速度落下時;丙為鐵球最後靜止於杯底。在此三種情況下，磅秤的讀數分別為 $W_{甲}$ 、$W_{乙}$ 、$W_{丙}$，試比較三者大小?



(A) $W_{甲}=W_{丙}>W_{乙}$

(B) $W_{丙}>W_{乙}>W_{甲}$

(C) $W_{乙}>W_{丙}>W_{甲}$

(D) $W_{甲}>W_{乙}>W_{丙}$

(E) $W_{丙}>W_{甲}=W_{乙}$

【參考答案】:(**B**)

【考題難度】:★★

【命題出處】:高級中學物質科學（物理篇）課程標準－ 十一、流體的性質

【解題策略】: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】:令水的密度為 d 、鐵球的密度為 D 、燒杯與盛水重量為 W 、鐵球的體積為 V ：

(1) 甲磅秤：

$W_{甲}=$（燒杯與水重，W）+（鐵球排開的水重，W'）$=W+(V\times d)\cdot g$

(2) 乙磅秤：

①鐵球正以一加速度在水中下落，具視重 $N=(V\times D)\cdot(g-a)=(V\times d)\cdot g$

②承①，此情形下該鐵球排開的水重爲 $W'=(V\times d)\cdot a$

$\therefore\ W_{乙}=W+N+W'$

$=W+(V\times D)\cdot(g-a)+(V\times d)\cdot a=W+(V\times d)\cdot(g+a)$

(3) 丙磅秤：

$W_{丙}=W+(V\times D)\cdot g$

(4) 承 (1) ～ (3)，得知 $W_{丙}>W_{乙}>W_{甲}$

9. S 為聲源，O 爲觀察者，假設聲源、觀察者的運動皆在一直線上，且空氣係靜止，下列有四種情況：

情況	觀察者與聲源的運動情形		觀察者所測得頻率
甲	S、O 各以 5 m/s 相向	S → 5 m/s　　5 m/s ← O	$f_{甲}$
乙	S 靜止，O 以 10 m/s 向 S	S　　10 m/s ← O	$f_{乙}$
丙	O 靜止，S 以 10 m/s 向 O	S → 10 m/s　　O	$f_{丙}$
丁	S、O 各以 5 m/s 遠離	5 m/s ← S　　O → 5 m/s	$f_{丁}$

則觀察者所測得頻率高低次序為

（A）$f_{丙} > f_{甲} > f_{乙} > f_{丁}$　（B）$f_{甲} > f_{丙} > f_{乙} > f_{丁}$　（C）$f_{乙} > f_{丙} > f_{甲} > f_{丁}$

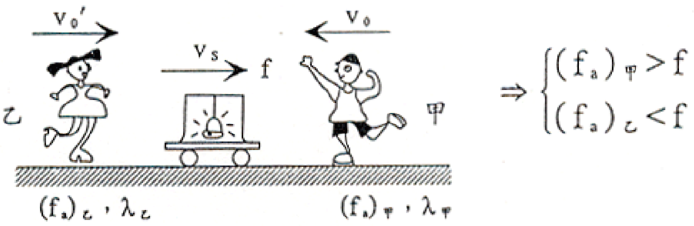
（D）$f_{丙} > f_{乙} > f_{甲} > f_{丁}$　（E）$f_{甲} > f_{乙} > f_{丙} > f_{丁}$

【參考答案】：（**A**）

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學選修物理課程標準－ 二、聲音

【解題策略】：都卜勒效應：

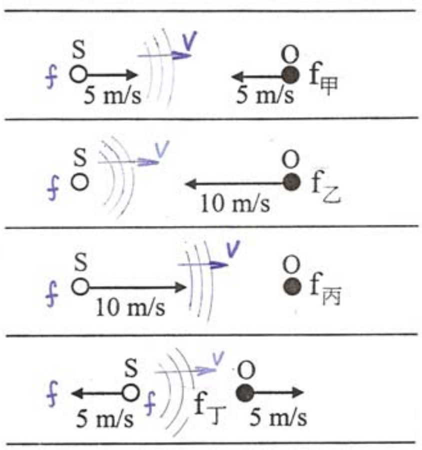


$$\boxed{f_a = \frac{V \pm V_0}{V \pm V_S} \cdot f}$$ （同向取「-」，反向取「+」）

式中　f ：波源的頻率　f_a ：視頻　V ：波速

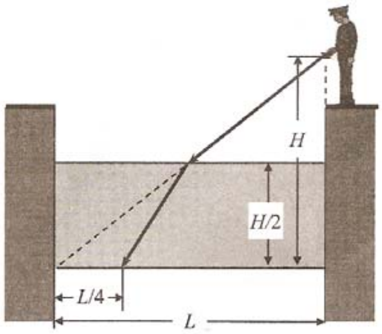
V_0 ：觀察者速度　V_S ：波源速度

【試題解析】：依 $\boxed{f_a = \dfrac{V \pm V_0}{V \pm V_S} \cdot f} \xrightarrow{\text{右圖}} \begin{cases} f_{甲} = \dfrac{V+5}{V-5} \cdot f \\ f_{乙} = \dfrac{V+10}{V} \cdot f \\ f_{丙} = \dfrac{V}{V-10} \cdot f \\ f_{丁} = \dfrac{V-5}{V+5} \cdot f \end{cases}$



$\therefore\ f_{丙} > f_{甲} > f_{乙} > f_{丁}$

10. 一位巡查員站立於一空的游泳池邊，如右圖之示意圖(未按比例畫出)。已知池寬為L，照明燈到池底的距離為H。若保持照明光束射向池角的方向不變，在游泳池中開始注入水，當液面高為$\frac{H}{2}$時，池底的光點距離池角$\frac{L}{4}$。當注水至液面高為$\frac{2}{3}H$時，則池底的光點到池角的距離為



(A) $\frac{7}{24}L$　　(B) $\frac{3}{10}L$

(C) $\frac{4}{15}L$　　(D) $\frac{1}{3}L$

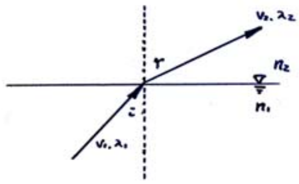
(E) $\frac{1}{2}L$

【參考答案】:(**D**)

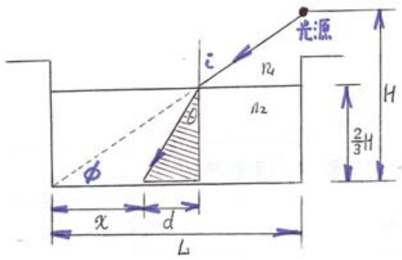
【考題難度】:★★

【命題出處】:高級中學選修物理課程標準－四、光的折射

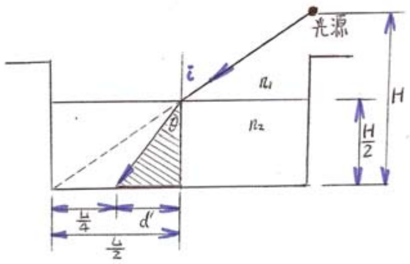
【解題策略】:司乃耳定律：$\boxed{n_{12}=\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{V_1}{V_2}=\frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\frac{n_2}{n_1}}$



【試題解析】：注水達液面高爲$\frac{2}{3}H$、$\frac{H}{2}$時：如下圖（一）、（二）所示



圖（一）



圖（二）

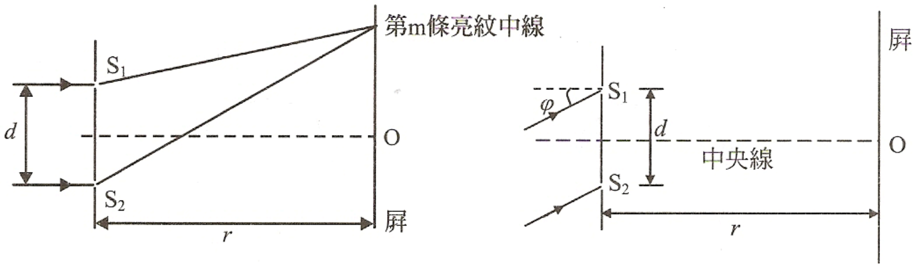
$$\text{由}\quad \tan\phi=\frac{H}{L}=\frac{\left(\frac{2}{3}H\right)}{x+d}\xrightarrow{\text{化簡}}2L=3(x+d)\cdots\cdots(a)$$

$$\text{依}\quad \boxed{n_{12}=\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{n_2}{n_1}}\xrightarrow{n_1\to n_1\text{不變},\,i=const.}r=\theta=const.$$

$$\therefore\quad \tan\theta=\frac{d}{\left(\frac{2}{3}H\right)}=\frac{d'}{\left(\frac{1}{2}H\right)}\xrightarrow{d'=\frac{L}{2}-\frac{L}{4}=\frac{L}{4}}d=\frac{L}{3}\xrightarrow{\text{代入}(a)\text{式}}x=\frac{L}{3}$$

11.～12.題為題組

11. 雙狹縫間距為d，到屏的距離為r（$r>>d$），當波長為λ的雷射光垂直照射狹縫時，如右圖（a）所示，在屏O點上方得出第m條明紋中線。今將雷射光以φ角(很小)斜射狹縫，如右圖（b）所示，則原第m條明紋中線將移至距O點



（a）　　（b）

（A）$m\dfrac{r\lambda}{d}$　（B）$m\dfrac{r\lambda}{d}\sin\varphi$　（C）$r\left(\dfrac{m\lambda}{d}+\sin\varphi\right)$　（D）$r\left|\left(\dfrac{m\lambda}{d}-\sin\varphi\right)\right|$　（E）$r\left|\left(\dfrac{m\lambda}{d}-\cos\varphi\right)\right|$

12. 承上題，相鄰兩明紋中線之間的間距為

（A）$\dfrac{r\lambda}{d}(1+\sin\varphi)$　（B）$\dfrac{r\lambda}{d}\sin\varphi$　（C）$\dfrac{r\lambda}{d}$　（D）$\dfrac{r\lambda}{d}\cos\varphi$　（E）$\dfrac{r\lambda}{d}(1-\sin\varphi)$

【參考答案】：（**C**）、（**C**）

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學選修物理課程標準－五、光的干涉與繞射

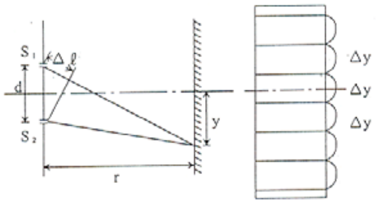
【解題策略】：雙狹縫干涉實驗裝置：

（**1**）條件式（光程差）－

$$\Delta l=\left|\overline{PS_1}-\overline{PS_2}\right|\approx d\sin\theta=\begin{cases}m\lambda\cdots\cdot,m=0,1,2,3,\cdots\cdots\text{亮紋}\\ n\cdot\dfrac{\lambda}{2}\cdots\cdot,n=1,3,5,7,\cdots\cdots\text{暗紋}\end{cases}$$

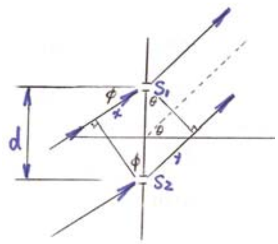
（**2**）位置式－

$$y=\begin{cases}m\cdot\dfrac{r\lambda}{d}=m\cdot\Delta y\cdots\cdot,m=0,1,2,3,\cdots\cdots\text{亮紋}\\ n\cdot\dfrac{r\lambda}{2d}=n\cdot\dfrac{\Delta y}{2}\cdots\cdot,n=1,3,5,7,\cdots\cdots\text{暗紋}\end{cases}$$



式中 $\Delta y=\dfrac{r\lambda}{d}$=各亮紋寬度=亮紋間距=暗紋間距

【試題解析】：（1）雷射光以φ角斜射狹縫：如右圖所示



光程差 $\Delta l=y-x$

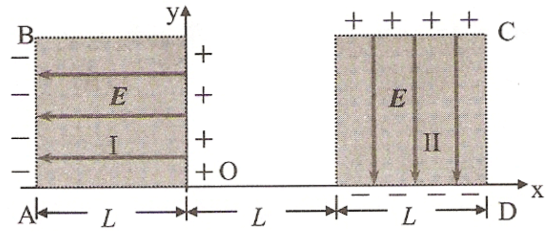
$=d\sin\theta-d\sin\phi=m\cdot\lambda$，$m=0,1,2,3,4,\cdots$

$\therefore\ \sin\theta=\dfrac{m\lambda}{d}+\sin\phi$

依 $y_m=r\cdot\tan\theta\approx r\cdot\sin\theta=r\left(\dfrac{m\lambda}{d}+\sin\phi\right)$………選項（C）

（2）由 $\Delta y=y_m-y_{m-1}=\dfrac{r\lambda}{d}$………選項（C）

13. 如右圖所示，在 Oxy 平面的 $ABCD$ 區域內，存在兩個大小均為 E 的均勻電場Ⅰ和Ⅱ，兩電場的邊界均是邊長為 L 的正方形。不計粒子所受重力，在該區域 AB 邊的中點處由靜止釋放電子，則電子離開區域 $ABCD$ 的位置，其 y 座標為



（A）$\frac{2}{3}L$　（B）$\frac{1}{3}L$

（C）$\frac{1}{4}L$　（D）$\frac{4}{5}L$

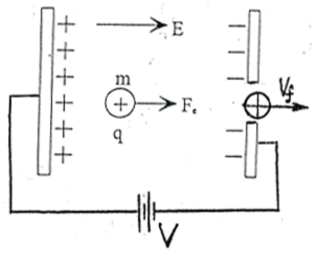
（E）$\frac{3}{4}L$

【參考答案】:（**E**）

【考題難度】: ★★★

【命題出處】: 高級中學選修物理課程標準－六、靜電

【解題策略】: 帶電質點在電場中的運動：



① 帶電質點垂直射入電場，電力會對電荷做功，致電荷動能增加。

$$\boxed{W_e = \Delta E_K = (E_K)_f - (E_K)_i}$$

當 $V_0 = 0$，得 $\boxed{V_f = \sqrt{\frac{2qV}{m}}}$

② 兩電板間的靜電場 $\vec{E}$ 是均勻的，且強度之量值爲

$$\boxed{E = \frac{V}{d}\left(\frac{N}{C}\right)} \xrightarrow{\text{電荷}:Q(C)} \text{靜電力}：\boxed{F_e = QE(N)}$$

【試題解析】:（1）電子運動於電場 I 區域內：$\vec{F_e} // \vec{E}$

依 $\boxed{W_e = \Delta E_K}$ $(eE)\cdot L\cdot\cos 0^0 = \frac{1}{2}m{v_0}^2 - 0$，$v_0 = \sqrt{\frac{2eEL}{m}}\cdots(a)$

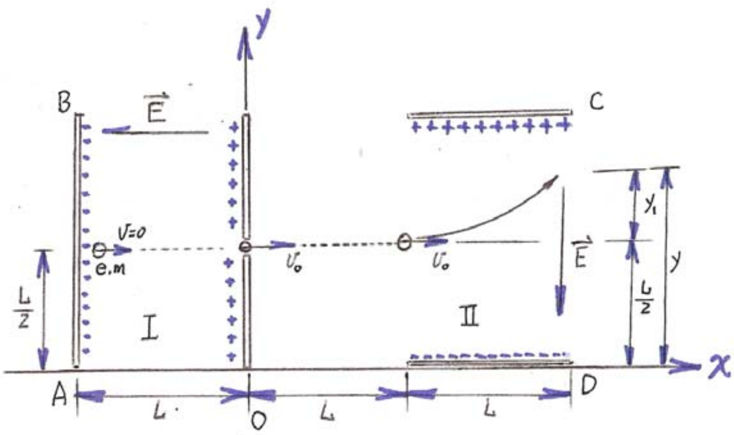
（2）電子運動於電場 I ～Ⅱ區域間：

由 $\boxed{\Sigma F = 0} \xrightarrow{\text{慣性定律}} v_0 = const.$

（3）電子運動於電場Ⅱ區域內：$\vec{F_e} \perp \vec{E}$

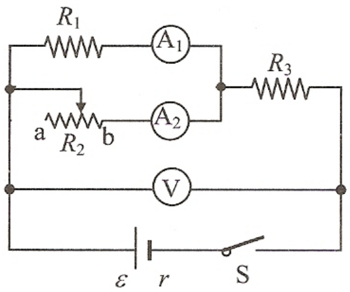
$$\text{依}\begin{cases} X\text{軸}:\text{等速度}\quad L = v_0\cdot t\cdots\cdots(b) \\ Y\text{軸}:\text{自由落體}\quad y = \frac{L}{2} + y_1 = \frac{L}{2} + \frac{1}{2}\cdot\left(\frac{eE}{m}\right)\cdot t^2\cdots(c) \end{cases}$$

由 (a)、(b) 代入 (c)，得 $y = \frac{3}{4}L$



14. 如右圖所示的電路中，ε 為電源電動勢，r 為電源內電阻 R_1 和 R_3 均為定值電阻，R_2 爲可變電阻器。當 R_2 的滑動觸點在 a 端時接通開關 S，此時三個電錶 A_1、A_2 和 V 的讀數分別為 I_1、I_2 和 V 。現

將 R_2 的滑動觸點向 b 端移動，則三個電錶讀數的變化情況是



(A) I_1 增大，I_2 不變，V 增大
(B) I_1 減小，I_2 增大，V 減小
(C) I_1 增大，I_2 減小，V 增大
(D) I_1 減小，I_2 不變，V 減小
(E) I_1 增大，I_2 減小，V 減小

【參考答案】:(**B**)
【考題難度】:★★
【命題出處】:高級中學選修物理課程標準－七、電流
【解題策略】:(1) 直流串聯電路的特性：

① 流經各電阻器的電流均相等，且等於總電流。

$$\boxed{i_1 = i_2 = i_3 = \cdots = i_n = I}$$

② 各電器電壓的總和，等於總電壓。

$$\boxed{V_1 + V_2 + V_3 + \cdots + V_n = V}$$

(2) 直流並聯電路的特性：

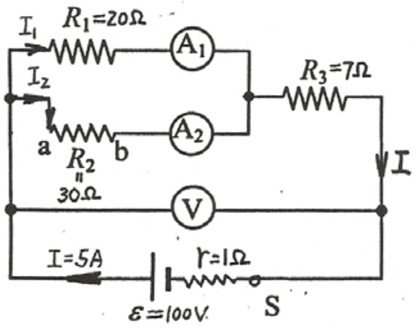
① 流經各電阻器的電流總和，等於總電流。

$$\boxed{i_1 + i_2 + i_3 + \cdots + i_n = I}$$

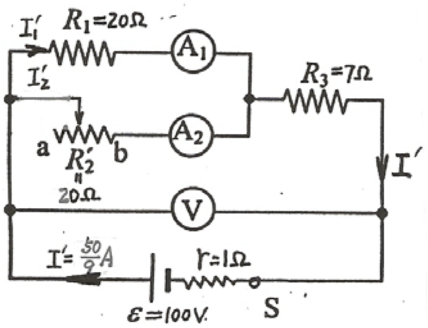
② 各電器的電壓均相等，且等於總電壓。

$$\boxed{V_1 = V_2 = V_3 = \cdots = V_n = V}$$

【試題解析】:本題採用數值對照檢驗。



圖（一）



圖（二）

(1) 接通開關 S ，R_2 的滑動觸點在 a 端時：如上圖（一）所示

① $\dfrac{1}{R_{12}} = \dfrac{1}{20} + \dfrac{1}{30}$ ，$R_{12} = 12\Omega$

∴ 總電阻 $R_T = 12 + 7 + 1 = 20\Omega$

② 依 $\boxed{R = \dfrac{V}{I}}$ $20 = \dfrac{100}{I}$ ，$I = 5A$: $\begin{cases} I_1 = 5 \times \dfrac{30}{20+30} = 3A = A_1\text{讀數} \\ I_2 = 5 \times \dfrac{20}{20+30} = 2A = A_2\text{讀數} \end{cases}$

③ V 讀數 $= 20 \times 3 + 7 \times 5 = 95V$

（2）接通開關S，R_2的滑動觸點由$a \to b$時：如上圖（二）所示

① $\dfrac{1}{R'_{12}} = \dfrac{1}{20} + \dfrac{1}{20}$，$R'_{12} = 10\Omega$

∴ 總電阻 $R'_T = 10 + 7 + 1 = 18\Omega$

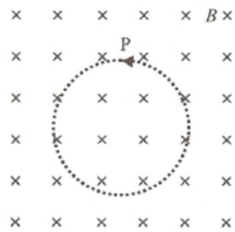
② 依 $\boxed{R = \dfrac{V}{I}}$ $18 = \dfrac{100}{I'}$，$I' = \dfrac{50}{9}A$：$\begin{cases} I'_1 = \dfrac{50}{9} \times \dfrac{20}{20+20} = \dfrac{25}{9}A = A'_1\text{讀數} \\ I'_2 = \dfrac{50}{9} \times \dfrac{20}{20+20} = \dfrac{25}{9}A = A'_2\text{讀數} \end{cases}$

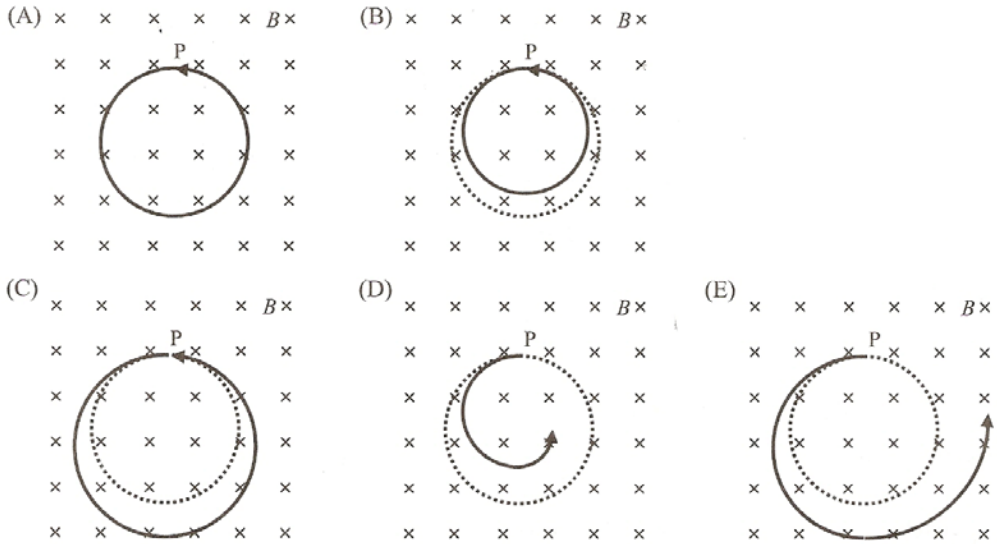
③ V'讀數$= \dfrac{25}{9} \times 20 + 7 \times \dfrac{50}{9} = \dfrac{850}{9}V$

（3）承（1）、（2），得知各儀表讀數：「I_1減小，I_2增大，V減小」。

」

15. 有一帶正電的粒子在一均勻向紙內的磁場（B）中作等速率圓周運動，軌跡如右圖所示的虛線。設此粒子運動至圖中的 P 點時恰與一原為靜止的中性粒子作正向碰撞，碰撞所經歷的時間可以忽略且碰後兩粒子合成一體，則碰撞後此合體的運動軌跡(下列選項圖中之實線)為





【參考答案】:（**A**）
【考題難度】:★★
【命題出處】:高級中學選修物理課程標準－ 八、磁場
【解題策略】:（1）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。

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

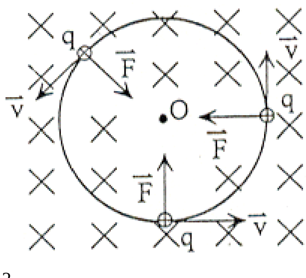
（**2**）帶電質點在磁場中的運動（$\vec{V}\perp\vec{B}$）：

質點受磁力（$\vec{F_m}$）作用，且 $\vec{F_m}\perp\vec{V}$，質點將進行等速率圓周運動。

① 向心力 $\boxed{F_n=F_m=qVB=m\cdot\frac{V^2}{r}}$

② 迴轉半徑 $\boxed{r=\frac{mV}{qB}=\frac{P}{qB}=\frac{\sqrt{2mE_K}}{qB}}$

③ 迴轉週期 $\boxed{T=\frac{2\pi r}{V}=\frac{2\pi m}{qB}}$



【試題解析】:（1）依 $\boxed{F_n=F_m=qVB=m\cdot\frac{V^2}{r}}$ $qVB=m\cdot\frac{V^2}{r}$，$r=\frac{mV}{qB}$

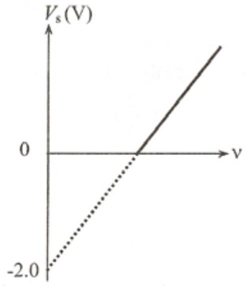
（2）帶電的粒子與中性粒子瞬間碰撞結合，碰撞前後「動量守恆」、「電量不變」。

（3）承（1）、（2），得 $r=\frac{mV}{qB}\xrightarrow{mv,q,B=const.}r=r'$（旋轉半徑不變）

16.～17.題為題組

16.如右圖所示為某金屬板的光電效應實驗之測量結果，縱軸為截止電壓V_S（或稱遏止電位），橫軸為入射光的頻率ν，某生做光電效應實驗以五種波長的入射光照射該金屬面，波長分別為$650nm$、$600nm$、$550nm$、$500nm$、$450nm$，則上列可產生光電效應的波長有幾個?

（A）5個　（B）4個　（C）3個　（D）2個　（E）1個



17.若實驗中的截止電壓為1.1伏特，則所使用之入射光的頻率為

（A）$7.5\times10^{14}Hz$　（B）$6.0\times10^{14}Hz$　（C）$5.5\times10^{14}Hz$

（D）$5.0\times10^{14}Hz$　（E）$4.0\times10^{14}Hz$

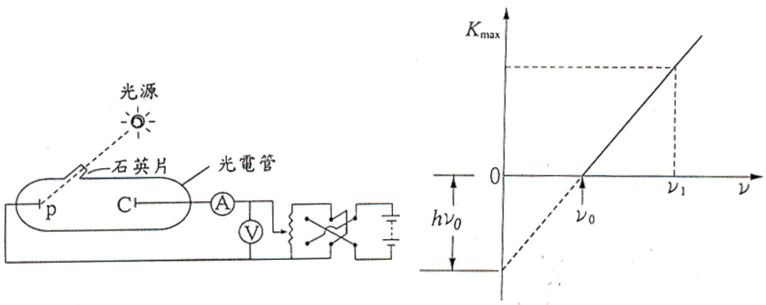
【參考答案】:（**B**）、（**A**）

【考題難度】:★★

【命題出處】:高級中學選修物理課程標準－十、近代物理學的簡介

【解題策略】:光電效應：

（1）裝置——



（2）原理——$\boxed{K_{max}=h\nu-h\nu_0=\frac{12400}{\lambda}-\frac{12400}{\lambda_0}}\xrightarrow{K_{max}-\nu函數圖}\boxed{y=ax+b}$

①直線斜率的實驗值：$a=h=$普朗克常數

②直線在K_{max}軸上的截距：$b=-h\nu_0\xrightarrow{得功函數(逸出功)}E_b=h\nu_0$

③直線和ν軸的交點可決定該金屬的低限頻率（截止頻率）ν_0。

（3）$K_{max}=10eV\xrightarrow{截止電壓:V_S}V_S=10V$

【試題解析】:（1）由圖示得知，｜$V_S-\nu$圖y軸截距｜$=2.0V$，得功函數為$E_b=2.0eV$。

依$\boxed{E=\frac{12400}{\lambda\left(\overset{0}{A}\right)}eV}\xrightarrow{最長波長,\lambda_0}2.0=\frac{12400}{\lambda_0}$，$\lambda_0=6200\overset{0}{A}=620nm$

∴發生光電效應的條件：$\lambda\le\lambda_0$，即$\lambda=600nm$、$550nm$、$500nm$、$450nm$，共計4個。

（2）依$\boxed{K_{max}=\frac{12400}{\lambda}-E_b}\xrightarrow{V_S=1.1V\to K_{max}=1.1eV}1.1=\frac{12400}{\lambda}-2.0$，$\lambda=4000\overset{0}{A}$

又$\boxed{c=\lambda\cdot\nu}$　$\nu=\frac{3\times10^8}{4000\times10^{-10}}=\frac{30\times10^7}{4\times10^{-7}}=7.5\times10^{14}Hz$

18. 設原有某一放射性元素 $32.0g$，經過160天該元素還剩餘有 $2.0g$，則此元素再衰變掉 $1.0g$ 所需時間為

（A）5天　（B）10天　（C）20天　（D）32天　(E)40天

【參考答案】：(**E**)

【考題難度】：★

【命題出處】：高級中學選修物理課程標準－十二、原子核

【解題策略】：半生（衰）期：

放射性元素之衰變率（質量、原子核數）衰變成原來一半所需的時間，稱爲半生期。

$$\boxed{\frac{N}{N_0}=\frac{m}{m_0}=\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}}}\xrightarrow{\text{放射性元素}}\begin{cases} m_0,N_0:\text{蛻變前之質量,核子數目}\\ m,N:\text{蛻變後之質量,核子數目}\\ t:\text{蛻變時距}\\ \tau:\text{半生期}\end{cases}$$

【試題解析】：（1）依 $\boxed{\frac{m}{m_0}=\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}}}\xrightarrow{\text{半生期}:\tau}\frac{2.0}{32.0}=\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{160}{\tau}}$，$\tau=40$ 天

（2）放射性元素殘留 $2.0g\xrightarrow{\tau=40\text{天,再衰變掉}1.0g}$ 剩餘 $1.0g$

19. 設有一束質量為m且動能為K的電子與另一束能量為E的$X-$射線，分別射向同一晶體表面後，實驗測得繞射圖形恰相同，當不考慮相對論效應時，光子的能量E與電子的動能K所具有的關係為

（A）$E=K$　（B）$E+K=2mc^2$　（C）$E-K=2mc^2$

（D）$K^2=2mc^2E$　（E）$E^2=2mc^2K$

【參考答案】：（**E**）

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學選修物理課程標準－十、近代物理學的簡介

【解題策略】：（1）電磁波能量式：$\boxed{E=mC^2=h\nu=\frac{hC}{\lambda}(J)}$

（2）德布羅依的物質波理論：$\boxed{\lambda=\frac{h}{P}=\frac{h}{mV}=\frac{h}{\sqrt{2mE_K}}}$（$P$：粒子的動量）

（3）布拉格晶體 X 射線繞射實驗：

$$\boxed{2d\sin\theta=n\lambda\quad(n=1,2,3,\cdots)}\quad\begin{cases}d:\text{晶體分子層的間距}\\ \theta:X\text{射線繞射角}\end{cases}$$

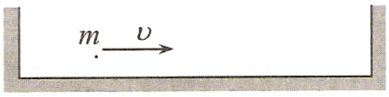
【試題解析】：由

$$\begin{cases}\text{粒子繞射(波動性，物質波)}:\lambda=\frac{h}{p}=\frac{h}{\sqrt{2mE_K}}\xrightarrow{E_K=K}\lambda_1=\frac{h}{\sqrt{2mK}}\\ \text{光子繞射(波動，電磁波)}:E=\frac{hc}{\lambda}\longrightarrow\lambda_2=\frac{hc}{E}\end{cases}$$

又晶格繞射：$\boxed{2d\sin\theta=n\lambda\quad(n=1,2,3,\cdots)}\xrightarrow{\text{實驗測得繞射圖形相同}}\begin{cases}n=1\\ \theta_1=\theta_2\end{cases}$

$\therefore\ \lambda_1=\lambda_2$，$\frac{h}{\sqrt{2mK}}=\frac{hc}{E}\xrightarrow{\text{化簡}}E^2=2mc^2K$

20. 設卜朗克常數為 h，一個電子質量為 m，被限制於一長度為 L 的一維空間內往返作等速率運動，如右圖所示。依據德布羅意的想法，在穩定運動態時此電子的物質波在此一維空間內形成駐波(視運動的兩端點為節點)，則此電子的第一受激態（$n=2$）的能量為



（A）$\dfrac{h^2}{4mL^2}$　（B）$\dfrac{h^2}{2mL^2}$　（C）$\dfrac{h^2}{mL^2}$

（D）$\dfrac{3h^2}{2mL^2}$　（E）$\dfrac{2h^2}{mL^2}$

【參考答案】:（**B**）

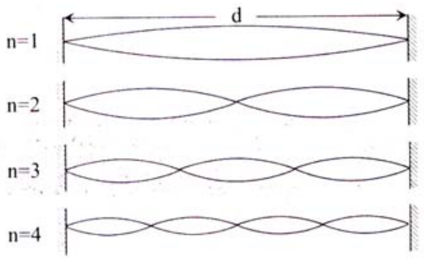
【考題難度】: ★★★

【命題出處】: 高級中學選修物理課程標準－十一、原子結構

【解題策略】:（1）德布羅依的物質波理論：$\boxed{\lambda=\dfrac{h}{P}=\dfrac{h}{mV}=\dfrac{h}{\sqrt{2mE_K}}}$ （P：粒子的動量）

（2）電子在兩面反射壁之間來回穩定運動，物質波形成駐波的條件：

$$\begin{cases}\text{駐波條件}: d=n\cdot\dfrac{\lambda}{2}\cdots\cdots(1)\\ \text{物質波波長}: \lambda=\dfrac{h}{P}\cdots\cdots(2)\end{cases}$$



聯立(1)、(2)，得電子動能量子化條件式為

$$\boxed{E_n=\frac{P^2}{2m}=\frac{h^2}{2m\lambda^2}=\frac{n^2h^2}{8md^2}\quad (n\in N)}$$

【試題解析】: 依 $\boxed{E_n=\dfrac{n^2h^2}{8md^2}}\xrightarrow{n=2,d=L} E_2=\dfrac{h^2}{2mL^2}$

二、多重選擇題

21. 裝載沙子的小車，總質量為$2.0kg$，以速度$3.0m/\sec$沿光滑水平面等速運動。一個質量為$1.0kg$的小球，從高$0.2m$處自由落下，恰落入小車的砂中不反彈立即隨車一併前進，可將小球與小車視為非彈性碰撞，則下列敘述何者正確？

(A) 小球落下後，車子的速度為$2.0m/\sec$

(B) 考慮小球和車子所組成的系統，小球落入車子的前後瞬間系統動量守恆

(C) 小球落入車子的前後瞬間，小球的動量變化量值等於$2.0kg\cdot m/\sec$

(D) 小球給車子的衝量等於車子的動量變化量

(E) 考慮小球和車子所組成的系統，小球落入車子的前後瞬間，系統動能變化量為$-5.0J$

【參考答案】：(**A**)(**E**)

【考題難度】：★★

【命題出處】：高級中學物質科學（物理篇）課程標準－五、牛頓運動定律的應用

【解題策略】：動量守恆定律：

系統所受合外力為零時，系統的總動量將保持不變，此稱為動量守恆定律。

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

【試題解析】：$(A)O$　(1) 取（小球＋車子）為一系統：

小球落入車子的前後瞬間，系統水平方向不受力，則水平方向動量守恆，即

$$2.0\times 3.0=(2.0+1.0)\times u\text{ ，}u=2.0\frac{m}{\sec}$$

$(B)\times$　(2) 承(1)，系統鉛直方向有受力作用，$\Sigma\vec{F_y}=m\vec{g}$，則鉛直方向動量不守恆。

$(C)\times$　(3)「小球」落入車子前後瞬間的動量變化量（$\Delta\vec{P}_{\text{小球}}$）：

$$\text{①落入前}-\begin{cases}v_y=\sqrt{2\times 10\times 0.2}=2.0\dfrac{m}{\sec}\downarrow\\ v_x=0\dfrac{m}{\sec}\end{cases}\text{ ，}(\vec{v}_{\text{小球}})_i=-2.0\vec{j}$$

$$\text{②落入後}-\begin{cases}v_y=0\dfrac{m}{\sec}\\ v_x=u=2.0\dfrac{m}{\sec}\end{cases}\text{ ，}(\vec{v}_{\text{小球}})_f=2.0\vec{i}$$

$$\therefore\Delta\vec{P}_{\text{小球}}=(m\cdot\Delta\vec{v})_{\text{小球}}=1.0\cdot\left[2.0\vec{i}-\left(-2.0\vec{j}\right)\right]$$

$$=2.0\vec{i}+2.0\vec{j}\xrightarrow{\text{量值}}\Delta P=2\sqrt{2}kg\cdot\frac{m}{\sec}$$

$(D)\times$　(4) ①小球給車子的衝量：

承(3)，$\vec{J}_{\text{小球/車子}}=\Delta\vec{P}_{\text{小球}}=2.0\vec{i}+2.0\vec{j}$

②車子的動量變化量：

$$\Delta\vec{P}_{\text{車子}}=(m\cdot\Delta\vec{v})_{\text{車子}}=2.0\cdot\left(2.0\vec{i}-3.0\vec{i}\right)=-2.0\vec{i}$$

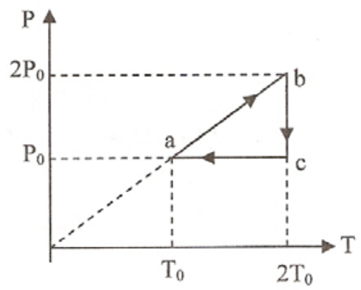
③由①、②，得知 $\vec{J}_{\text{小球/車子}}\neq\Delta\vec{P}_{\text{車子}}$

$(E)O$　(5) ①系統的初能量，$E_i=\frac{1}{2}\times 2.0\times 3.0^2+1\times 10\times 2.0=11.0J$

②系統的末能量，$E_f=\frac{1}{2}\times(2.0+1.0)\times 2.0^2=6.0J$

③系統動能變化量，$\Delta K=6.0-11.0=-5.0J$

22. 定量的理想氣體狀態變化過程如右圖所示($P-T$ 圖，T 表絕對溫度)，由狀態a經b和c再回到原狀態a，下列敘述何者正確?



(A) a與b的氣體體積相同

(B) b與c的分子平均動能相同

(C) 從b到c，氣體不吸熱也不放熱

(D) 從a到b，氣體吸熱但不對外界做功

(E) a的體積是c體積的2倍

【參考答案】:(**A**)(**B**)(**D**)

【考題難度】:★★

【命題出處】:高級中學物質科學(物理篇)課程標準－十三、氣體動力論

【解題策略】:(1) 氣體物態方程式：$\boxed{PV = nRT}$ $\begin{cases} P:\text{氣體壓力}(N/m^2) \\ V:\text{容器體積}(m^3) \\ n:\text{氣體莫耳數}(mole) \\ R:\text{氣體常數}(8.3) \\ T:\text{氣體溫體}(K) \end{cases}$

(2) 分子的平均動能($\overline{E_K}$)－$\boxed{\overline{E_K} = \frac{3}{2}kT}$

【試題解析】: $(A)O$ $(D)O$ (1) ①依 $\boxed{PV = nRT} \xrightarrow{\text{狀態}a\to b} \begin{cases} n, R = const. \\ \text{圖示斜直線過原點,即 } P \propto T \end{cases}$

∴得知 $V_a = V_b = const.$，即氣體從狀態 $a \to b$，體積沒有變化，氣體對外界不作功。

②又 $T_b > T_a$，氣體溫度升高，故氣體吸熱。

$(B)O$ (2) 依 $\boxed{\overline{E_K} = \frac{3}{2}kT} \xrightarrow{\text{圖示}:=T_b=T_c} \left(\overline{E_K}\right)_b = \left(\overline{E_K}\right)_c$

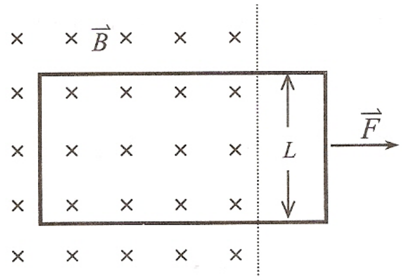
$(C)\times$ (3) 依 $\boxed{PV = nRT} \xrightarrow{n,R.T=const.} P \propto \frac{1}{V} \begin{cases} P_b > P_c \\ V_b < V_c \end{cases}$

①氣體從狀態$b \to c$，進行「等溫」過程，故「內能」不變

②又氣體從狀態$b \to c$，體積「膨脹」，氣體對外界作功，故氣體需吸收熱量。

$(E)\times$ (4) 依 $\boxed{PV = nRT} \xrightarrow{\text{狀態}a\to c:n,R,P=const.} V \propto T$，$\frac{V_a}{V_c} = \frac{T_a}{T_c} = \frac{T_0}{2T_0} = \frac{1}{2}$

23. 如右圖所示，有一質量為m且寬度為L的矩形線圈，置於一與線圈表面垂直的均勻磁場$\vec{B}$中， 線圈的部份於磁場外。今以一定力$\vec{F}$作用於線圈使其自靜止開始移出磁場，若線圈面積甚大而使線圈總是有一部份是在磁場內，而線圈的總電阻恆為R，則下列敘述何者正確?



(A) 線圈作加速度為$\dfrac{F}{m}$的等加速度運動

(B) 線圈的速率漸增至一極大值$\dfrac{RF}{L^2B^2}$

(C) 線圈的電流漸增至一極大值$\dfrac{F}{LB}$

(D) 線圈的生熱功率漸增至一極大值$\dfrac{RF^2}{L^2B^2}$

(E) 線圈所受的淨力量直漸次減小至零

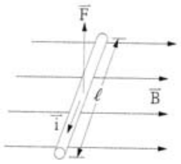
【參考答案】:(**B**)(**C**)(**D**)(**E**)

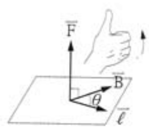
【考題難度】:★★★

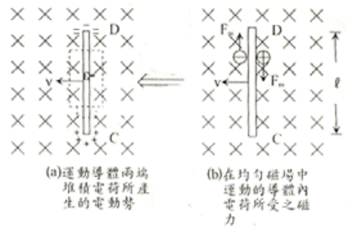
【命題出處】:高級中學選修物理課程標準－九、電磁感應

【解題策略】:(1) 載流直導線在磁場中所受的磁力:

$\boxed{\vec{F}=I\vec{l}\times\vec{B}}$ (向量式)　$\boxed{F=IlB\sin\theta}$ (純量式)



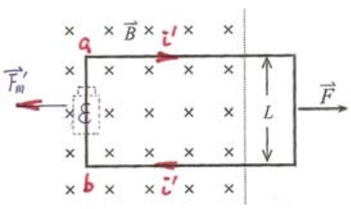




(2) 導線切割磁力線產生感應電動勢(ε):

$\boxed{\varepsilon=\dfrac{W}{q}=\left(\vec{V}\times\vec{B}\right)\cdot\vec{l}}$　$\boxed{\varepsilon=\left(VB\sin\theta\right)\cdot l\cos\phi}$ $\begin{cases}\theta:\vec{V}和\vec{B}之間所夾的角度\\ \phi:\left(\vec{V}\times\vec{B}\right)所決定之\vec{F}_m與\vec{l}間之夾角\end{cases}$

【試題解析】:$(A)\times$　(1) 線圈運動的初期為「變加速度運動」:



①導線段$\overline{ab}$切割磁力線產生感應電動勢(ε)、感應電流(i')－

依 $\boxed{\varepsilon=\left(VB\sin\theta\right)\cdot l\cos\phi}$　$\varepsilon=(vB\sin 90^0)\cdot L\cdot\cos 0^0=vBL\uparrow$

又 $\boxed{R=\dfrac{V}{I}}\xrightarrow{感應電流i'}R=\dfrac{\varepsilon}{i'}$，$i'=\dfrac{vBL}{R}$

②i'流經導線段$\overline{ab}$，產生磁力(F_m')－如左圖所示

由 $\boxed{F=IlB\sin\theta}\xrightarrow{i'\in L\in B\Rightarrow 生F_m}F_m'=i'BL\sin 90^0=\dfrac{vB^2L^2}{R}\leftarrow$

③線圈受合力 $\Sigma F=F-F_m'=F-\dfrac{vB^2L^2}{R}\neq const.$

$(B)O$
$(C)O$　(2) 當$F=F_m'$，即$\Sigma F=0$，則$v\to\max$，且 $\begin{cases}v_{\max}=\dfrac{FR}{B^2L^2}\\ i'_{\max}=\dfrac{F}{BL}\end{cases}$
$(E)O$

$(D)O$　　（3）依 $\boxed{P = I^2R}$ $\xrightarrow{\text{承}(2)} P_{\max} = \dfrac{F^2R}{B^2L^2}$

24. 下列關於電子元件的敘述何者正確?

（A）當溫度一定時，純矽的晶體被摻雜中性鎵原子後，晶體的導電性會增大

（B）n 型半導體中的自由電子和電洞的數目不相等，故 n 型半導體帶有負電

（C）施加逆向偏壓於 pn 接面二極體時，二極體的空乏區會增大

（D）不接於電路上的 pn 接面二極體，其空乏區內缺乏主要載子（*major carrior*），故空乏區內無電場

（E）當 pn 接面二極體導通時，二極體的電阻值完全消失

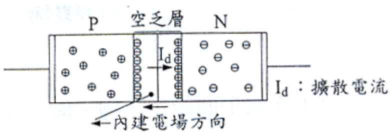
【參考答案】:（**A**）（**C**）

【考題難度】: ★★

【命題出處】: 高級中學選修物理課程標準－十三、現代科技簡介

【解題策略】: PN 接合面二極體之空乏區：

當 P 型及 N 型的兩個半導體結合時，接面附近的區域基本上將不存在有任何自由電子與電洞，僅有不可自由移動的正負離子，有如絕緣體。此一區域稱爲空乏區。

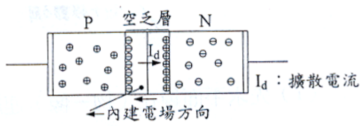


【試題解析】: $(A)O$ （1）增高純矽晶體之導電性的方法有三：$\begin{cases}(a)\text{升高溫度}\\(b)\text{加大電場}\\(c)\text{摻入雜質}\end{cases}$

$(B)\times$ （2）半導體摻入「雜質原子（電中性）」後，仍呈電中性。

$(C)O$ （3）pn 接合面二極體成逆向偏壓時，空乏區會增大。

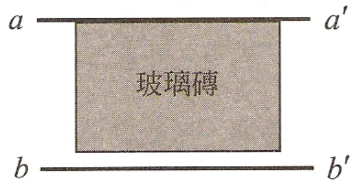
$(D)\times$ （4）pn 接合面二極體之接合面附近會產生一空乏區，具一「電場」，如右圖所示。



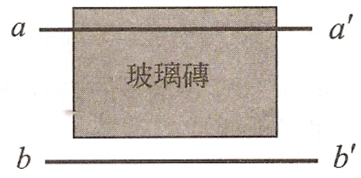
$(E)\times$ （5）二極體導通時，仍具有電阻值。

第貳部分：非選擇題

一、在用插針法【測定玻璃磚折射率】的實驗中，甲、乙兩位同學在紙上畫出的界面 aa'、bb' 與玻璃磚位置的關係分別如下圖（a）、（b）所示，其中各圖的玻璃磚上下兩邊皆與 aa' 和 bb' 平行。他們的其他操作均正確，且均以 aa'、bb' 為界面畫光路圖。則



（a）



（b）

(1)甲同學測得的折射率與真實值相比________（填“偏大”、“偏小”或“不變”），試繪光路圖加以說明。

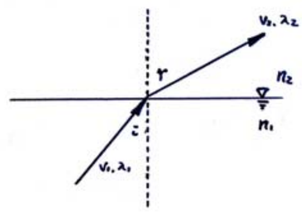
(2)乙同學測得的折射率與真實值相比________（填“偏大”、“偏小”或“不變”），試繪光路圖加以說明。

【參考答案】：（1）偏小；（2）不變

【考題難度】：★★

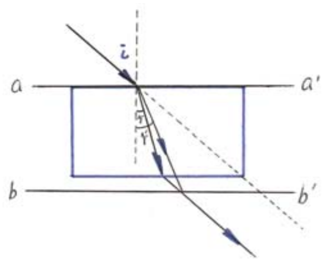
【命題出處】：高級中學選修物理課程標準－四、光的折射

【解題策略】：司乃耳定律：$\boxed{n_{12}=\dfrac{\sin i}{\sin r}=\dfrac{V_1}{V_2}=\dfrac{\lambda_1}{\lambda_2}=\dfrac{n_2}{n_1}}$

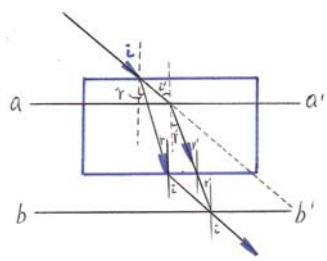


【試題解析】：（1）繪出甲同學所觀察的折射光路圖：如下圖（一）所示

依 $\boxed{n_{12}=\dfrac{\sin i}{\sin r}=\dfrac{n_2}{n_1}}$ $\begin{cases}(a)\text{真實值}:\dfrac{n_{\text{玻璃磚}}}{1}=\dfrac{\sin i}{\sin r}\\(b)\text{測量值}:\dfrac{n'_{\text{玻璃磚}}}{1}=\dfrac{\sin i}{\sin r'}\end{cases}\xrightarrow{r'>r}n'_{\text{玻璃磚}}<n_{\text{玻璃磚}}$



圖（一）



圖（二）

（2）繪出乙同學所觀察的折射光路圖：如上圖（二）所示

同（1），得 $\begin{cases}(a)\text{真實值}:\dfrac{n_{\text{玻璃磚}}}{1}=\dfrac{\sin i}{\sin r}\\(b)\text{測量值}:\dfrac{n'_{\text{玻璃磚}}}{1}=\dfrac{\sin i'}{\sin r'}\end{cases}\xrightarrow{i'=i,r'=r}n'_{\text{玻璃磚}}=n_{\text{玻璃磚}}$

二、依據波耳的氫原子模型，設電子與原子核相距無窮遠時氫原子的電力位能為零，則：

(1)設庫侖靜電力常數為k，氫原子核的電量為Q，電子的電量為$-q$且質量為m，請使用上述物理量，且由波耳的穩定運動態的假設(角動量成量子化的假設)導出成量子化的氫原子力學能。

（2）氫原子處於基態時電子繞原子核的軌道半徑（R_1）與第二受激態時的軌道半徑（R_2）之比值$\dfrac{R_1}{R_2}$為何?

（3）氫原子處於基態時電子繞原子核的週期（T_1）與第二受激態的週期（T_2）之比值$\dfrac{T_1}{T_2}$為何?

【參考答案】:（1）$E=-\dfrac{2\pi^2mk^2Q^2q^2}{n^2h^2}$；（2）$\dfrac{1}{9}$；（3）$\dfrac{1}{27}$

【考題難度】:★★★

【命題出處】:高級中學選修物理課程標準－十一、原子結構

【解題策略】:穩定態的物理量量子化：

（1）角動量量子化－$\boxed{L_n=\dfrac{nh}{2\pi}}$　（2）速率量子化－$\boxed{V_n=\dfrac{2\pi kZe^2}{nh}}$

（3）軌道半徑量子化－$\boxed{r_n=\dfrac{n^2h^2}{4\pi^2mkZe^2}}$　（4）週期量子化－$\boxed{T=\dfrac{n^3h^3}{4\pi^2mk^2Z^2e^4}}$

（5）原子能階：

①氫原子－－ $\boxed{E_n=-\dfrac{13.6}{n^2}(eV)}$

②類氫原子－ $\boxed{E_n=-Z^2\times\dfrac{13.6}{n^2}(eV)}$ （Z：原子序）

【試題解析】:（1）依波耳的氫原子模型：
$$\begin{cases}F_e=F_n \quad \dfrac{kQq}{r^2}=m\cdot\dfrac{v^2}{r}\xrightarrow{\text{化簡}}\dfrac{kQq}{r}=mv^2\cdots(a)\\ L=n\cdot\dfrac{h}{2\pi} \quad mvr=\dfrac{nh}{2\pi}\xrightarrow{\text{移項}}\dfrac{nh}{2\pi r}=mv\cdots\cdots(b)\end{cases}$$

由$\dfrac{(a)}{(b)}$，得
$$\begin{cases}v=\dfrac{2\pi kQq}{nh}\propto\dfrac{1}{n}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\text{量子化速率}\\ r=\dfrac{n^2h^2}{4\pi^2mkQ^2q^2}\propto n^2\cdots\text{量子化軌道半徑}\end{cases}$$

又 $\boxed{E_T=-\dfrac{kQq}{2r}}\xrightarrow{\text{代入量子化軌道半徑}r}E_T=-\dfrac{2\pi^2mkQ^2q^2}{n^2h^2}\propto-\dfrac{1}{n^2}$

（2）承（1）：
$$\therefore\begin{cases}\text{基態}:n=1\\ \text{第二受激態}:n=3\end{cases}\xrightarrow{r\propto n^2}\frac{R_1}{R_3}=\left(\frac{1}{3}\right)^2=\frac{1}{9}$$

（3）依 $\boxed{v=\dfrac{2\pi r}{T}}$　$T=\dfrac{2\pi r}{v}\propto\dfrac{r}{v}\propto\dfrac{n^2}{\left(\dfrac{1}{n}\right)}=n^3$，$\dfrac{T_1}{T_3}=\left(\dfrac{1}{3}\right)^3=\dfrac{1}{27}$