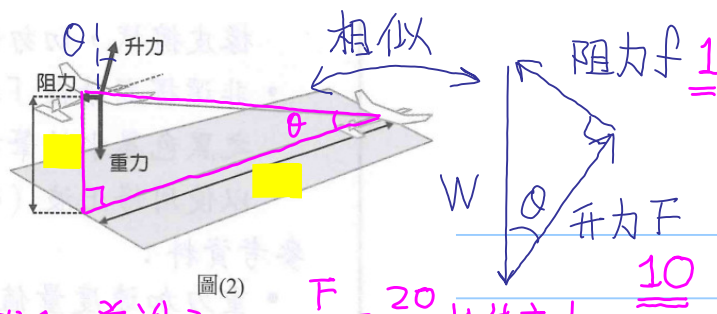


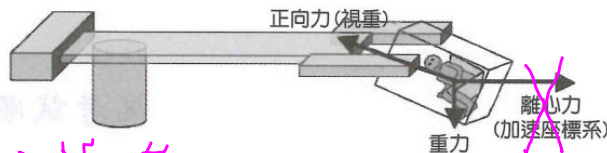
2. 如圖(2), 試飛無動力滑翔機, 此滑翔機 俯仰 並逐漸降低高度, 此滑翔機受到升力、阻力、與重力三力, 其中升力垂直於飛行方向, 阻力與飛行方向相反, 在等速滑翔歷程中每降低 1 m 高度, 可以前進 20 m 遠, 則下列敘述何者 錯誤?



- (A) 此滑翔時合力為零
- (B) 升力與阻力的合力大小等於重力
- (C) 此滑翔時的升力大小是阻力的 10 倍
- (D) 單位高度下要滑翔越遠, 升力/阻力的值要小
- (E) 依據柏努力定律, 空氣流經機翼上表面流速, 比流經機翼下表面流速快, 使機翼上方壓力小, 下方壓力大, 於是產生升力

相似 Δ 如下降 1m 前進 20m, $\frac{F}{f} = \frac{20}{1}$ 比值变大

3. 如圖(3), 為了在地表能模擬巨大重力加速度, 飛行員或太空人會使用人體離心器 (Human Centrifuge) 加以訓練, 若要使離心器內的人感受到 視重 若此離心器旋轉半徑 4 m, 角速度約為何? (重力加速度為 10 m/s^2)

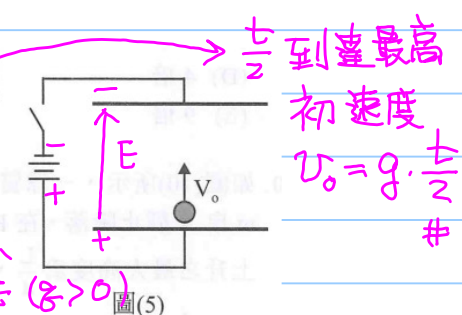


- (A) 人體離心器角速度為 1.5 rad/s
- (B) 人體離心器角速度為 2.5 rad/s
- (C) 人體離心器角速度為 3.5 rad/s
- (D) 人體離心器角速度為 4.5 rad/s
- (E) 因為本題未告知人體質量, 故無法計算

視重 $N = 5mg$
 $\Rightarrow \omega^2 = \frac{\sqrt{24}W^2}{mR} = \frac{\sqrt{24}m \cdot 10}{m \cdot 4} \approx 12.2$
 $\therefore \omega \approx 3.5 \text{ (rad/s)} \#$

用重力與正向力的合力當向心力
 $F_c^2 + W^2 = N^2$
 $(m\omega^2 R)^2 = 25W^2$

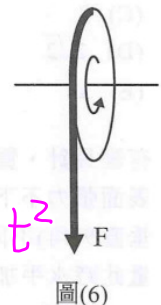
5. 在地表附近, 邊長遠大於間距的平行金屬板間, 垂直上拋質量為 m 的帶電質點(如圖(5)), 開關未接通, 平行金屬板未帶電下, 帶電質點飛行時間為 t , 若開關接通, 平行金屬板帶電下, 以相同初速垂直上拋帶電質點, 飛行時間為 $2t$ (未撞擊上板), 則下列何者正確? (地表重力加速度為 g)



- (A) 邊長遠大於間距的 間, 可視為 非 均勻電場
- (B) 此帶電兩平行金屬板間電場方向向 上
- (C) 此小球帶 負 電
- (D) 此球垂直發射初速為 $gt/2$
- (E) 此小球在帶電平行金屬板間拋射飛行過程, 所受合力為小球重力的兩倍

飛行時間加倍, 加速度只有一半, 合力僅有原本(重力)的一半 (到最高 $0 = v_0 - at$)

6. 有一半徑 r 的飛輪承軸位於水平軸過圓心上(如圖(6)), 原為靜止, 一輕繩長 L 圈繞於輪之外緣, 繩端受一固定外力 F 拉下, t 秒後 繩物 下降 L 則繩脫離, 請問此飛輪的轉動慣量為何? (重力加速度為 g)

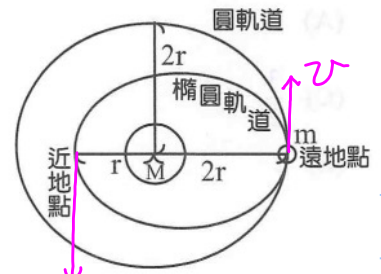


- (A) $\frac{r^2 Ft^2}{2L}$
- (C) $\frac{Ft}{2rL}$
- (E) $\frac{FL}{2rt^2}$

- (B) $\frac{rFt^2}{2L}$
- (D) $\frac{Ftr}{2L}$

等角加速度運動
 $L = \frac{1}{2} (r\alpha) t^2$
 $= \frac{1}{2} (r \times \frac{rF}{I}) t^2$
 $\therefore I = \frac{r^2 F t^2}{2L} \#$

8. 有一質量 m 的衛星繞地球(質量 M)以橢圓軌道運行, 其中近地點距離為 r , 遠地點距離為 $2r$, 遠地點速度為 v , 若在遠地點處加速後形成半徑為 $2r$ 的圓形軌道如圖(8), 請問衛星加速後與加速前對地球之角動量比值為何?

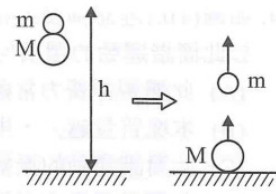


- (A) $\sqrt{\frac{3}{2}}$ (B) 2
 (C) $\sqrt{3}$ (D) $\sqrt{6}$
 (E) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

又半徑 $2r$ 的圓軌道 $\frac{1}{2}mv'^2 = \frac{GMm}{2(2r)}$
 $v' = \sqrt{\frac{GM}{2r}}$
 $\frac{l'}{l} = \frac{2rmv'}{2rmv} = \sqrt{\frac{3}{2}}$ #

力學能守恆
 $\frac{1}{2}m(2v)^2 - \frac{GMm}{2r} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{2r}$
 $\therefore v = \sqrt{\frac{GM}{3r}}$

9. 如圖(9), 有大小相同, 質量分別為 m 及 M 之二球($M=3m$), 若質量 m 的小球緊鄰在質量為 M 的大球正上方, 二球垂直靠在一起從距地面高度 h 的地方進行自由落下(不計空氣阻力並圓球半徑遠小於 h), 當落地反彈時, M 自地面以正向完全彈性碰撞反彈, 之後再與 m 進行完全彈性碰撞後, 請問 m 球能夠上升的最大高度為 h 的幾倍?



- (A) 1 倍
 (B) 2 倍
 (C) 3 倍
 (D) 4 倍
 (E) 9 倍

能量守恆
 $v_1' = \sqrt{2gh}$
 $v_2' = \sqrt{2gh}$
 $v_1 = -\sqrt{2gh}$
 $v_2 = -\sqrt{2gh}$

$v_2' = \frac{2M}{M+m} \sqrt{2gh} + \frac{m-M}{M+m} (-\sqrt{2gh})$
 $= 2\sqrt{2gh} = \sqrt{2g(4h)} = \sqrt{2gh'}$

12. 一 分左、右兩室如圖(12), 容積分別為 V 及 $2V$, 中間以絕熱板隔開。左室裝入壓力為 $2P$ 之氮氣 n 莫耳, 右室裝入壓力為 P 之氮氣 $2n$ 莫耳。今若將中間之隔板除去, 令左、右兩室之氣體混合, 則左室在達到熱平衡前與平衡後之每個分子平均動能之比值為何?

- (A) 1 (B) $\frac{4}{3}$
 (C) $\frac{3}{2}$ (D) $\frac{5}{3}$
 (E) 2

V	$2V$
$2P$	P
n	$2n$

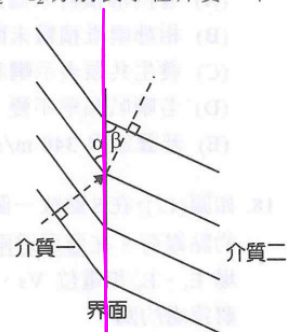
圖(12)

平衡: $\frac{3}{2}(n+2n)N_0kT' = \frac{3}{2}(2P)V + \frac{3}{2}P(2V)$
 $\bar{K}' = \frac{3}{2}kT' = \frac{3}{2} \frac{4PV}{3nN_0}$
 $\therefore \frac{\bar{K}}{\bar{K}'} = \frac{3}{2}$ #

→ 相當於入射角與折射角

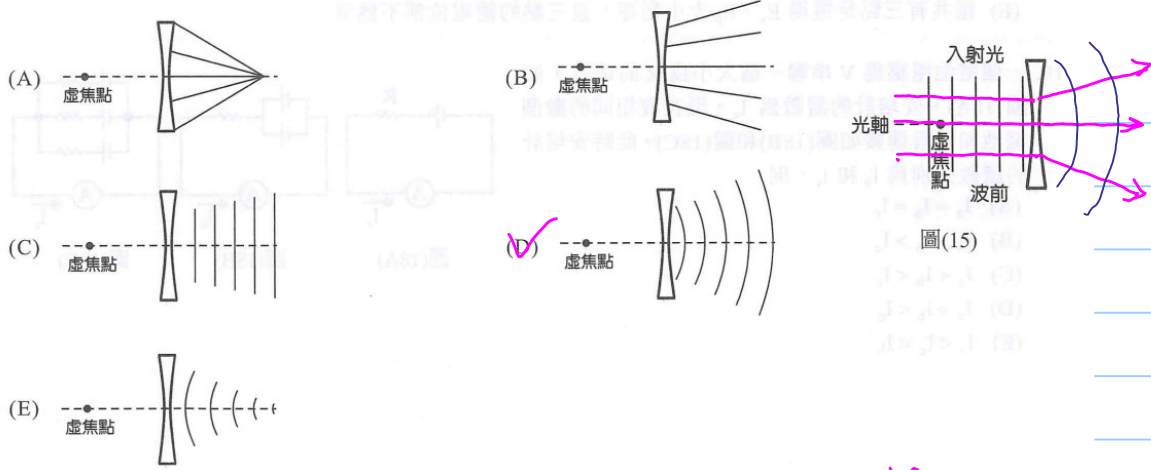
14. 波從介質一傳到介質二, 波前如圖(14)所示, 分別為 α 、 β 虛線箭號表示波行進的方向, n_1 、 v_1 、 λ_1 、 f_1 分別表示在介質一中的折射率、波速、波長和頻率。 n_2 、 v_2 、 λ_2 、 f_2 分別表示在介質二中的折射率、波速、波長和頻率, 下列選項何者正確?

- (A) 相對折射率: $\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$
 (B) 相對折射率: $\frac{n_1}{n_2} = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$
 (C) 波長比: $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$
 (D) 波速比: $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$
 (E) 頻率比: $\frac{f_1}{f_2} = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta}$
- $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$
 $n = \text{const}$, $\frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$
 $f_1 = f_2$



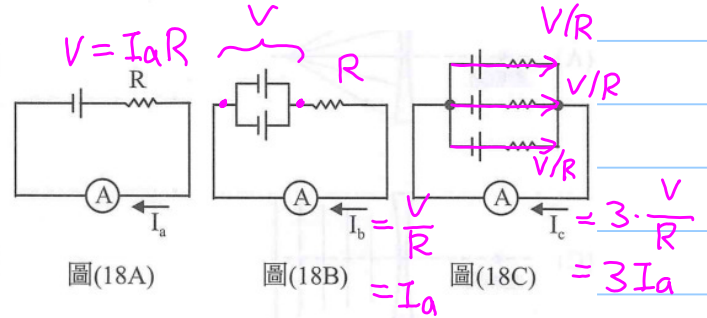
圖(14)

15. 一個入射方向與凹透鏡光軸平行的光，在空氣中射向一片折射率大於 1 的凹透鏡，其波前如圖(15)所示，當通過鏡片後，波前會形成下列哪一個圖像？



19. 一個電池電壓為 V 串聯一個大小為 R 的電阻，如圖(18A)，安培計的讀數為 I_a 。現在取相同的數個電池和電阻連接如圖(18B)和圖(18C)，此時安培計的讀數分別為 I_b 和 I_c ，則

- (A) $I_a = I_b = I_c$
- (B) $I_a > I_b > I_c$
- (C) $I_a < I_b < I_c$
- (D) $I_a = I_b < I_c$
- (E) $I_a < I_c < I_b$



$\therefore I_a = I_b < I_c$ #

20. 一座電動輸送帶，可使貨物以 3 m/s 速度運送。輸送帶的輸出功率為 3.0 kW，效率為 80%，每天固定消耗 20 個 15 V，

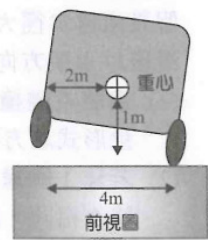
- (A) 一個電池固定可使用 50 小時
- (B) 電池每天提供總電能 5.4×10^6 焦耳
- (C) 輸送帶的輸入功率為 2.4 千瓦
- (D) 輸送帶一天可運作 5530 秒
- (E) 輸送帶一天移動貨物 43.2 公里

$\frac{3 \times (4 \times 3600)}{1000} = 43.2 \text{ (km)}$

電池所儲存的電量，若以 50 A 的供給率可供應 1 h
 設電池供電流 I
 $20 (I \times 15) \times 80\% = 3000 \Rightarrow I = 12.5 \text{ (A)}$
 所以可用 4 倍時間 4h
 供電能 $20 \times (12.5 \times 15) \times (4 \times 3600) = 5.4 \times 10^6 \text{ (J)}$

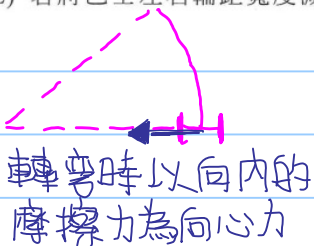
22. 如圖(20)，質量 2000 公斤小巴士，巴士左右輪距為 4 米，重心在輪距中心且距地高 1 米，當巴士以時速 72 km 高速轉彎，發現有一側的輪胎正要離地與腳的危險狀況，試判斷下列選項何者正確？ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

- (A) 轉彎時巴士的外側的輪胎離地
- (B) 轉彎時巴士向心力 20000 牛頓
- (C) 巴士轉彎曲率半徑為 20 公尺
- (D) 若將巴士重心降低高度，可減少轉彎傾倒危險
- (E) 若將巴士左右輪距寬度減短後，可減少轉彎傾倒危險

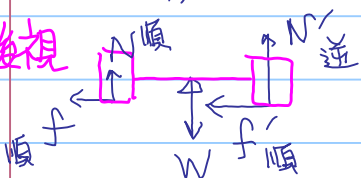


圖(20)

俯視



後視

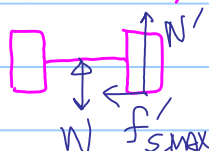


以重心為支點考慮轉動平衡則 N' 較大，外側 $f_{s, \text{max}}$ 較大

→ 速度越快需要越大的向心力

$f_{s, \text{max}}$ 要越大， N' 要越大，但考慮鉛直合力為 0，內側 N 越小當 $N = 0$ ，內側輪子離地 #

此時 $N' = W$ ，以 $f_{s, \text{max}}$ 為向心力



轉: $2N' = 1 \mu_s N'$

$\mu_s = 2$ #

向: $f_{s, \text{max}} = \mu_s N' = \mu_s N = 2 \times 2000 \times 10 = 40000 \text{ (N)}$

又 $\mu_s mg = m \frac{v^2}{R}$
 $\Rightarrow R = \frac{v^2}{\mu_s g} = 20 \text{ (m)}$ #

$\mu_s = \frac{\text{寬}}{\text{高}}$
 越大， $f_{s, \text{max}}$ 越大
 轉彎可越快



23. 現在很多人都擁有手機，手機等電子產品，皆使用電池提供能源。2010 年在西西里島，建造名為阿基米德集光型太陽能發電廠(concentrating solar power)，卻不是用電池，而是利用以融鹽儲存白天積蓄的巨大熱能，可供夜晚持續發電。本題探討儲熱與儲電裝置所儲存能量。若一個是熱水瓶內盛 500 毫升，溫度為攝氏 100°C 的熱水(令室溫攝氏 20°C)，另一個是 1.5 伏 500 毫安培小時充電 AA 電池，比較兩裝置後，選擇下列正確的選項

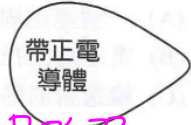
- (A) 此 500 毫升熱水由 100°C 降溫至室溫 20°C 可釋放 40000 卡路里 $500 \times 1 \times (100 - 20) = 40000 \text{ (cal)}$
 (B) 此電池含 2700 焦耳 $E = Pt = (IV)t = (\frac{500}{1000} \times 1.5)(1 \times 3600) = 2700 \text{ (J)}$
 (C) 此電池含 0.75 度電能 $1 \text{ 度電} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$ ，相當於 $\frac{2700}{3.6 \times 10^6} = 7.5 \times 10^{-4} \text{ 度}$
 (D) 此熱水瓶儲存的能量相當於 43 顆電池能量
 (E) 若將此瓶改盛比熱更大的流體，相同質量與相同溫差下可儲存更多熱能

→ 僅能知溫度變化能釋
出多少熱量，但不知儲
存多少熱能

此二選項要問的應是 100°C → 20°C 能放出的熱
 $\frac{4 \times 10^4 \times 43}{2700} \approx 62 \text{ (顆)}$
 $H = (m) s (\Delta T)$ 可放出更多 H

24. 如圖(21)，一個曲率分布不均勻的帶正電荷金屬導體，導體和外界絕緣，而且已達到靜電平衡，選擇下列正確的選項(假設無窮遠處電場和電位都為零)

- (A) 導體 ，越靠近尖端電場越強 } 內部等電位, E = 0
 (B) 導體 ，越靠近尖端電位越高 }
 (C) 導體表面，尖端處的電荷密度最大 $\sigma \propto 1/r$
 (D) 導體外部，靠近尖端的電力線最密集 電力線疏密程度可反應電場強弱
 (E) 導體外部，靠近尖端的等位面最密集 等位面越密代表電位變化越劇烈，電場越強



整個金屬導體等電位, $V = \frac{kQ}{r} \Rightarrow Q \propto r$ (曲率半徑)
 面電荷密度 $\sigma = \frac{Q}{4\pi r^2} \propto \frac{1}{r}$
 表面電場 $E = \frac{kQ}{r^2} \propto \frac{1}{r}$