

全國公私立高級中學

101 學年度指定科目第五次聯合模擬考試

考試日期：102 年 3 月 4~5 日

物理考科

— 作答注意事項 —

考試時間：80 分鐘

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答案卡」上作答；更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答案卷」上作答；更正時，可以使用修正液（帶）。
- 未依規定畫記答案卡，致機器掃描無法辨識答案；或未使用黑色墨水的筆書寫答案卷，致評閱人員無法辨認機器掃描後之答案者，其後果由考生自行承擔。
- 答案卷每人一張，不得要求增補。

物理常數

計算時如需要可利用下列數值：

地表重力加速度量值 $g = 10.0 \text{ m/s}^2$

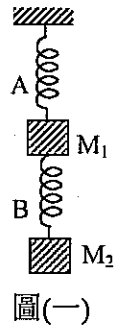
光速 $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$

第壹部分：選擇題(占 80 分)

一、單選題(占 60 分)

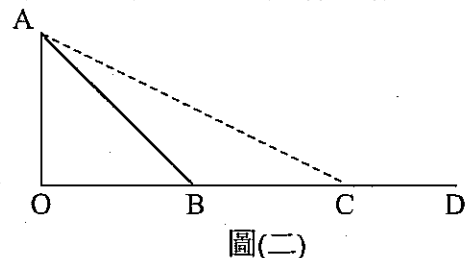
說明：第 1 題至第 20 題，每題有 5 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得 3 分；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。

1. 如圖(一)所示，兩根相同的輕彈簧 A、B，彈力常數皆為 $k=400$ 牛頓/公尺，懸掛的物體質量分別為 $M_1=4$ 公斤和 $M_2=2$ 公斤。若不計彈簧質量，取重力加速度量值 $g=10.0$ 公尺/秒²，則平衡時彈簧 A、B 的伸長量分別為何？
- (A) 20 公分、10 公分
(B) 20 公分、5 公分
(C) 15 公分、10 公分
(D) 15 公分、5 公分
(E) 10 公分、5 公分

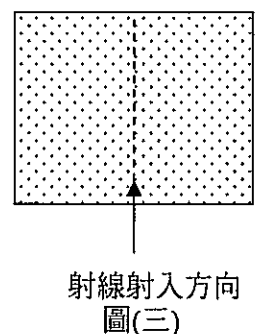


2. 已知牛郎星距離地球約 16.5 光年，乘坐飛行速率每秒鐘 8 公里的太空船，從地球出發約經多少年可抵達？
- (A) $\frac{16.5 \times 3 \times 10^8 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60}{8}$
(B) $\frac{16.5 \times 3 \times 10^8 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60}{8000}$
(C) $\frac{16.5 \times 3 \times 10^8}{8}$
(D) $\frac{16.5 \times 3 \times 10^8}{8000}$
(E) $\frac{16.5 \times 3 \times 10^8 \times (365 \times 24 \times 60 \times 60)^2}{8000}$

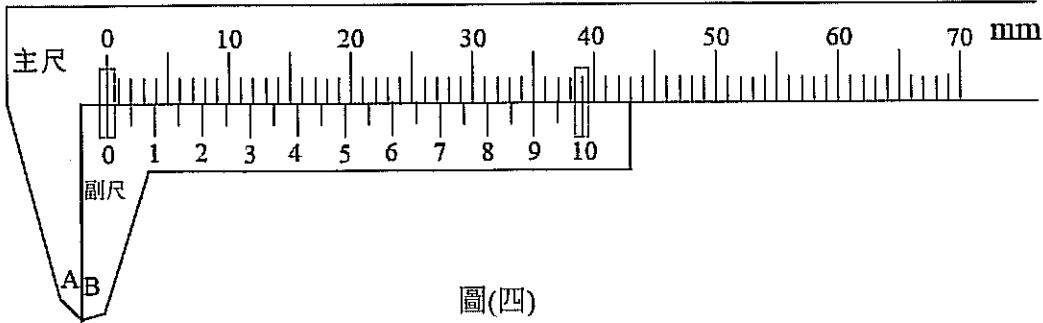
3. 如圖(二)所示，DO 是水平面，AB 是斜面。初速為 v_0 的物體從 D 點出發沿 DBA 滑動到頂點 A 時速度剛好為零。如果斜面改為 AC，讓該物體從 D 點出發沿 DCA 滑動到 A 點且速度剛好為零，若接觸面皆為光滑，則下列敘述何者正確？
- (A) 物體沿 DCA 滑行的初速大於 v_0
(B) 物體沿 DCA 滑行的初速等於 v_0
(C) 物體沿 DCA 滑行的初速小於 v_0
(D) 物體沿 DBA 滑回到 B 點的末速大於 v_0
(E) 物體沿 DCA 滑回到 C 點的末速大於 v_0



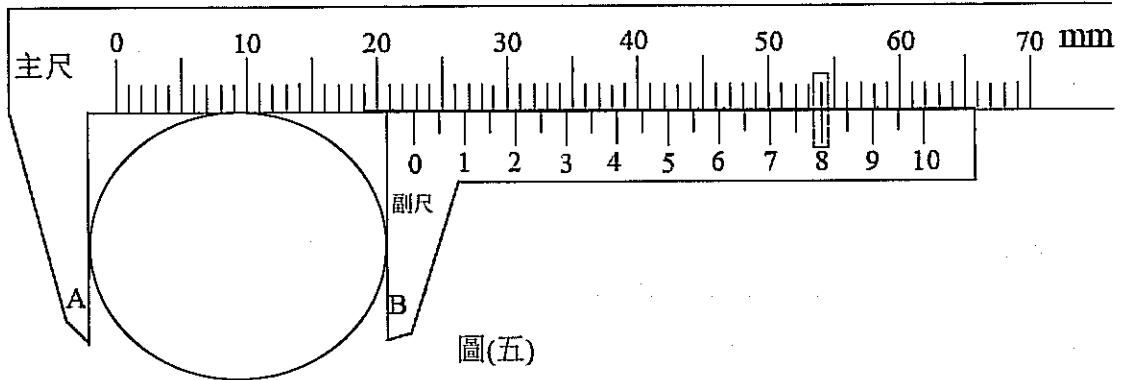
4. 已知原子核衰變放出的三種射線分別為 α 、 β 、 γ ，今將其射入出紙面的磁場中，如圖(三)，虛線為射入方向，問在磁場中會向右偏的有哪些射線？
- (A) α
(B) β
(C) γ
(D) α 與 γ
(E) β 與 γ



5. 有一支游標尺，其副尺係將 39mm 的長度等分 20 格所製成。歸零時，發現副尺的刻度 0 與主尺刻度 0mm 對齊，且副尺第 20 格與主尺刻度 39mm 對齊，如圖(四)所示。今以該游標尺測量一物體的長度時，發現副尺第 16 格(刻度標示為 8)與主尺刻度 54mm 對齊，如圖(五)所示，則物體的長度為何？



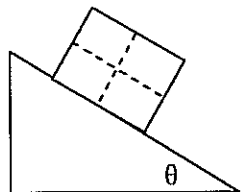
圖(四)



圖(五)

- (A) 2.220 cm (B) 2.230 cm (C) 2.250 cm
(D) 2.260 cm (E) 2.280 cm

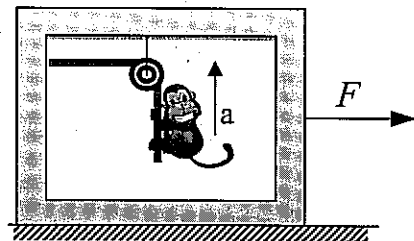
6. 如圖(六)，一物體靜置於仰角為 θ 的靜止斜面上，則下列哪個選項最能用來表示此物體處於靜力平衡時的力圖？
(你可能會用到力的代號有正向力 N 、重力 W 、下滑力 F 、摩擦力 f)



圖(六)

- (A) (B) (C)
- (D) (E)

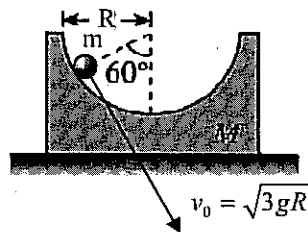
7. 一個質量為 $8m$ 的鐵籠放置於水平地面上，與地面間的動摩擦係數為 0.30 ，鐵籠內裝置一定滑輪，繩子一端沿水平方向固定於鐵籠上，另一端跨過滑輪，繩子與滑輪間無摩擦力，且繩子與滑輪的質量可忽略不計。今有一隻質量為 m 的猴子攀爬在繩子上，以相對鐵籠的加速度量值 $a=g$ 向上攀爬，如圖(七)所示。若攀爬過程中，施一定外力 F 使鐵籠維持等速向右移動，且重力加速度為 g ，則外力 F 量值為若干？



圖(七)

- (A) mg (B) $3mg$ (C) $5mg$
(D) $7mg$ (E) $9mg$
8. 已知月亮與地球距離約為地球半徑的 60 倍。若月亮在地球表面上離月亮最遠處產生的重力場強度為 \vec{g}_1 ，在地球中心處所產生的重力場強度為 \vec{g}_2 ，則 $\frac{|\vec{g}_2 - \vec{g}_1|}{|\vec{g}_2|}$ 約為何？
- (A) 0.008 (B) 0.012 (C) 0.016
(D) 0.024 (E) 0.032
9. 目前已把自然界物質間的作用力簡化為四種基本交互作用力，「用手推車前進的力」主要應屬於哪一種基本交互作用力？
- (A) 重力 (B) 電磁力 (C) 強作用力
(D) 弱作用力 (E) 以上皆非
10. 在地面上沿仰角 45 度發射一砲彈，經過 4.00 秒到達最高點，忽略一切阻力，且重力加速度量值 $g=10.0$ 公尺/秒²，則砲彈的水平射程為何？
- (A) 320 m (B) 640 m (C) 960 m
(D) 1280 m (E) 1600 m
11. 若有一物體在作半徑為 r 的等速率圓周運動，則下列何者正確？
- (A) 物體所受向心力恰好與離心力抵銷
(B) 物體任何一刻的瞬時速度方向皆與徑向平行
(C) 物體對圓心的角動量不會隨時間改變
(D) 物體旋轉一圈受到向心力作用的總衝量不為零
(E) 若物體運動繞過的圓心角為 60° ，則物體經過的位移為 $\frac{\pi}{3}$

12. 質量 m 的質點在固定的光滑圓面上運動，如圖(八)所示，已知質點在圖中所示位置處的速率 $v_0 = \sqrt{3gR}$ ，其中 g 為重力加速度，當質點通過最低點時，受到的正向力量值為何？



圖(八)

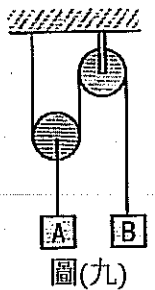
- (A) $5mg$ (B) $6mg$ (C) $7mg$
(D) $8mg$ (E) $9mg$

13. 小明靜靜地站在一磅秤上，此時磅秤讀值為 W_1 ；接著他突然往下蹲，此瞬間磅秤讀值為 W_2 ；然後他又突然往上站起來，此瞬間磅秤讀值為 W_3 。試問三個讀值的大小關係為何？

(A) $W_1 > W_2 > W_3$ (B) $W_3 > W_1 > W_2$ (C) $W_3 > W_2 > W_1$
(D) $W_2 > W_1 > W_3$ (E) $W_2 > W_3 > W_1$

14. 滑輪組連接如圖(九)，其中 A 之質量為 m ，連接 A 之繩張力為 T_A ，連接 B 之繩張力為 T_B ，滑輪重不計且忽略所有摩擦力，下列何者正確？

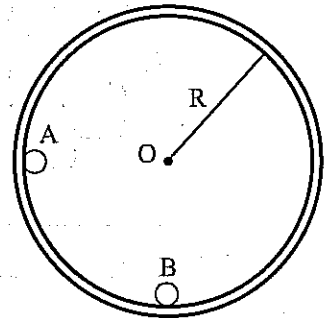
(A) 欲使系統維持靜止狀態，則 B 的質量須為 m
(B) 若 B 的質量為 m ，則 B 的加速度大小會是 A 的一半
(C) 承(B)，系統從靜止釋放後，B 的速率會是 A 的一半
(D) 不論 B 的質量為若干，只要 B 的質量不為零， $T_A = 2T_B$ 恆成立
(E) 承(D)，若考慮滑輪重， $T_A = 2T_B$ 恆成立



圖(九)

15. 如圖(十)所示，半徑為 R 的光滑圓形軌道固定在鉛直面內。小球 A、B 質量為 m_A 、 m_B 。A 球從左邊與圓心等高處由靜止開始沿軌道下滑，與靜止於軌道最低點的 B 球相撞，碰撞後 A、B 球能達到的最大高度均為 $\frac{1}{4}R$ ，碰撞過程為彈性碰撞。則小球 A、B 質量的質量比 $m_A : m_B$ 為何？

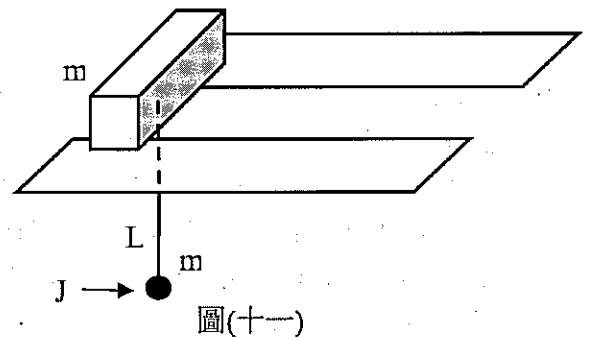
(A) 1 : 1 (B) 1 : 2
(C) 1 : 3 (D) 1 : 4
(E) 1 : 5



圖(十)

16. 如圖(十一)所示，質量為 m 的小木塊靜止在懸空光滑的平面軌道上，長 L 的輕繩一端繫於木塊底部中心，一端繫一質量為 m 的小球，使繩呈自然下垂。當小球突然受一沿軌道方向的小衝量 J 作用後(設小球受衝量 J 作用後上升高度不超過 L)，則小球上升最大高度為何？

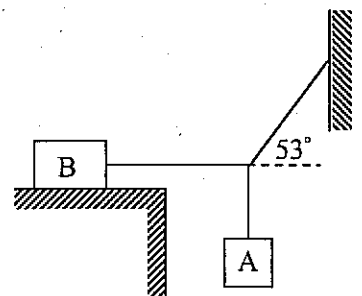
(A) $\frac{J}{m}$ (B) $\frac{J}{2m}$ (C) $\frac{J^2}{m^2g}$
(D) $\frac{J^2}{2m^2g}$ (E) $\frac{J^2}{4m^2g}$



圖(十一)

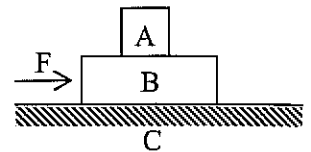
17. 圖(十二)中之木塊 B 重 24 牛頓。B 木塊與桌面間之靜摩擦係數為 0.25，若欲使此系統平衡，求木塊 A 之最大重量為何？

(A) 6 牛頓 (B) 8 牛頓
(C) 10 牛頓 (D) 96 牛頓
(E) 128 牛頓



圖(十二)

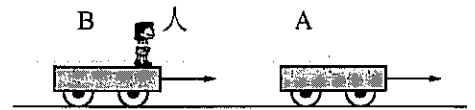
18. 如圖(十三)所示，C 是水平地面，A、B 是兩個長方形物體，F 是作用在物體 B 上沿水平方向的力，物體 A 和 B 以相同的速度向右作等速度運動。則下列敘述何者正確？



圖(十三)

- (A) B 給 A 的摩擦力方向向左，C 給 B 的摩擦力方向向左
 (B) B 給 A 的摩擦力方向向左，C 給 B 的摩擦力方向向右
 (C) B 給 A 的摩擦力方向向右，C 給 B 的摩擦力方向向左
 (D) B 給 A 的摩擦力方向向右，C 給 B 的摩擦力方向向右
 (E) B 給 A 的摩擦力為零，C 給 B 的摩擦力方向向左

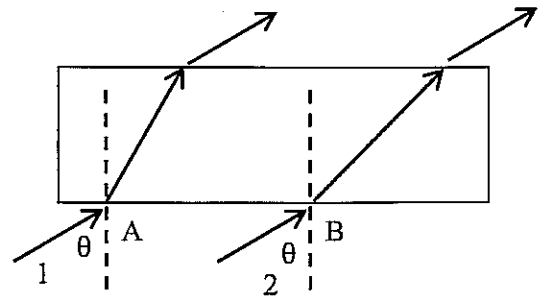
19. 如圖(十四)所示，光滑直線軌道上有質量相同的 A、B 兩輛臺車，B 車車頭上站立一人，A 車、B 車以相同的速度前進。t=t₁ 秒瞬間，此人跳離 B 車，並在 t=t₂ 秒時落在 A 車上，則 A、B 兩車之動量，以下列哪一圖為正確？



圖(十四)

- (A) (B) (C)
- (D) (E)

20. 圖(十五)為透明玻璃長方體，兩條平行單色光線沿圖所示，由空氣中射向長方體的一側，入射角皆為 θ 。光線 1 的入射點為 A，光線 2 的入射點為 B，兩光線在界面的折射如圖所示。若已知頻率愈高的光在介質中的波速愈慢，則下列何者正確？



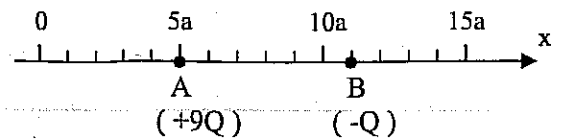
圖(十五)

- (A) 光線 1 在玻璃內傳播速度較快
 (B) 光線 2 的頻率較高
 (C) 光線 2 的光子能量較高
 (D) 以光線 2 照射金屬板，會產生光電子，則以光線 1 照射同金屬板一定會產生光電子
 (E) 以光線 1 照射金屬板，會產生光電子，則以光線 2 照射同金屬板一定會產生光電子

二、多選題(占 20 分)

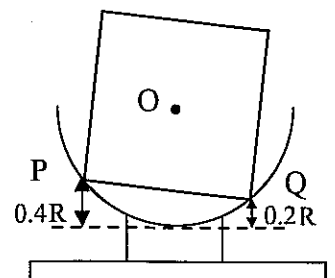
說明：第 21 題至第 24 題，每題有 5 個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得 5 分；答錯 1 個選項者，得 3 分；答錯 2 個選項者，得 1 分；答錯多於 2 個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

21. 如圖(十六)所示，在一一直線上有兩個點電荷。電量為 $(+9Q)$ 的點電荷 A 固定於 $x=5a$ ，電量為 $(-Q)$ 的點電荷 B 固定於 $x=11a$ 。將一點電荷 C，帶電量 $(+q)$ 置於直線上，此電荷 C 所受的靜電力哪些正確？



圖(十六)

- (A) 將 C 置於 A 左端，C 所受合力方向向右
 (B) 將 C 置於 A 與 B 中間，C 所受合力方向向左
 (C) 將 C 置於 B 右端，C 所受合力可能向右也可能向左
 (D) 將 C 置於 $x=14a$ 處，C 所受合力為零
 (E) 若點電荷 C 帶電量改為為 $(-q)$ ，則將 C 置於 $x=14a$ ，C 所受合力亦為零
22. 在同一塔之不同高度處，將質量相等的兩個小球甲和乙，沿水平方向分別以初速率 $v_{甲}$ 與 $v_{乙}$ 擲出後，最後落到地面同一位置上。若 $v_{甲} > v_{乙}$ ，且兩球只受到沿鉛直方向的重力作用，則下列敘述哪些正確？
- (A) 抵達地面前，兩球的加速度相等
 (B) 由拋出到落地，兩球的飛行時間相等
 (C) 甲球的鉛直高度較乙球為小
 (D) 抵達地面前瞬間，甲球沿鉛直方向的速度分量較乙球為大
 (E) 由拋出到落地，甲球的位移量值較乙球為大
23. 下列哪些情形，聽者所聽到的頻率會比聲源實際發出的頻率高？
- (A) 聲源不動，聽者遠離 (B) 聲源不動，聽者接近 (C) 聽者不動，聲源遠離
 (D) 聽者不動，聲源接近 (E) 聲源、聽者相互遠離
24. 如圖(十七)所示，重量為 W 的正方形薄木板，鉛直靜置於半徑為 R 之半球形碗內，木板與碗內壁之接觸面光滑無摩擦。若 O 點為球心，木板左方與碗的接觸點 P 離碗底的垂直高度為 $0.4R$ ，木板右方與碗的接觸點 Q 離碗底的垂直高度為 $0.2R$ 。則下列敘述哪些正確？



圖(十七)

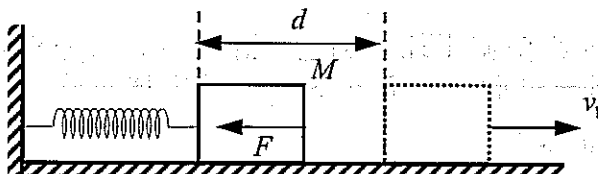
- (A) P 點及 Q 點對木板的作用力通過球心
 (B) 正方形薄板的重心不在 O 點
 (C) P 點對木板的作用力方向與鉛垂線的夾角為 37°
 (D) 正方形薄木板的邊長為 $\sqrt{2}R$
 (E) P 點對木板的作用力大小為 $0.8W$

第貳部分：非選擇題(占 20 分)

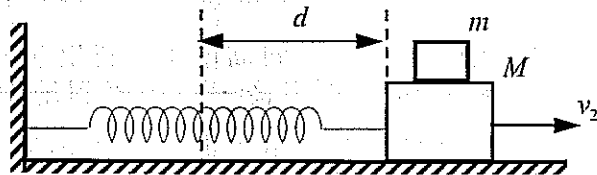
說明：本部分共有二大題，答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明大題號（一、二）與子題號（1、2、……）。作答時不必抄題，但必須寫出計算過程或理由，否則將酌予扣分。作答務必使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。每一子題配分標於題末。

一、一質量為 M 的木塊放置在一光滑水平地面上。木塊的左側與一彈簧連接，彈簧另一端固定於牆上，當施於木塊的外力為 F 向左，使木塊處於靜止狀態，且彈簧壓縮量為 d ，如圖(十八)所示。請回答下列問題

1. 彈簧的力常數(彈力常數) k 為何？(2 分)
2. 將外力 F 移除，木塊向右運動通過平衡點時的速率 v_1 為何？(3 分)
3. 若木塊在平衡點時，有一質量為 m ，速度為 0 的物體，從木塊正上方黏在木塊上，如圖(十九)所示。則此時兩者合在一起的速率 v_2 為何？(2 分)
4. 承上題，兩者合在一起做簡諧運動的振幅 R 為何？(3 分)



圖(十八)



圖(十九)

二、已知地球質量為月亮的 81 倍，月地距離為地球半徑的 60 倍。有一質量為 m 的登月衛星在地表上，從離月亮最遠處發射，若地球質量為 M ，地球半徑為 R ，月亮繞地球一圈週期為 T ，回答下列問題。

1. 在月地連線上，離地心 d 距離處，衛星所受的萬有引力為 0，則 d 為何？(2 分)
2. 忽略月亮引力對衛星的影響，衛星以橢圓軌道運行，近地點離地心距離為 R ，遠地點離地心距離為 $59R$ ，從近地點出發到遠地點所需的最小時間為 t ，則 t 為何？(3 分)
3. 承上題，在近地點發射時，需具有的動能為 K_1 ，則 K_1 為何？(5 分)

全國公私立高級中學 101 學年度指定科目第五次聯合模擬考試

物理考科解析

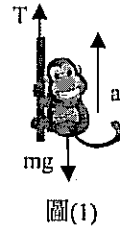
考試日期：102 年 3 月 4~5 日

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	D	B	A	E	C	B	E	B	A
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
C	A	B	D	C	E	B	E	B	D
21	22	23	24						
CDE	AC	BD	AD						

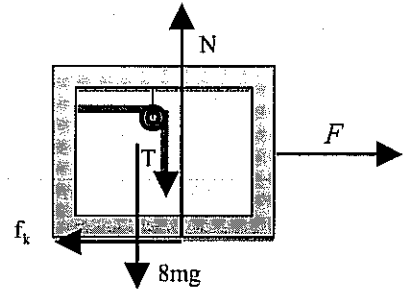
第壹部分

一、單選題

- 以 M_1 加 M_2 為系統，
求得 A 彈簧的伸長量為 $((4+2) \times 10 / 400) \times 100 = 15$ 公分
以 M_2 為系統，
求得 B 彈簧的伸長量為 $(2 \times 10 / 400) \times 100 = 5$ 公分
- 1 光年 $= (3 \times 10^8) \times (365 \times 24 \times 60 \times 60) \text{m}$
1 年 $= 365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{s}$
 $v = 8 \text{km/s} = 8 \times 10^3 \text{m/s}$
 $t = \frac{d}{v} = \frac{16.5 \times (3 \times 10^8) \times (365 \times 24 \times 60 \times 60)}{8 \times 10^3} (\text{s})$
 $= \frac{16.5 \times 3 \times 10^8}{8000} \text{年}$
- 光滑斜面加速度 $a = g \sin \theta$ ，
上滑至最高點，速度為零 $\rightarrow 0^2 = v_0^2 - 2g \sin \theta \times S$
 $S \sin \theta = \frac{v_0^2}{2g}$ 上升高度 $H = S \sin \theta$
上滑過程，因為上升高度相同，∴初速度必相同與斜面長短無關
 $v^2 = v_0^2 - 2g \sin \theta \times S$ ∴回到原出發點 $S = 0$
∴ $|v| = |-v_0|$ 即末速率等於初速率
- 由右手開掌定則，在出紙面的磁場中向前進而受向右磁力的粒子必帶正電
- 副尺 1 格長度為 $\frac{39}{20} \text{mm}$ ，第 N 格對準，
移動 $(2 - \frac{39}{20}) \times N \text{mm}$ ，
未測量物體時，
歸零誤差為 $39 \text{mm} - \frac{39}{20} \text{mm} \times 20 = 0.00 \text{mm}$
→ 故長度應修正 0.00mm
測量物體時，測量長度為 $54 - \frac{39}{20} \times 16 = 22.80 \text{mm}$
修正後長度為 $22.80 - 0.00 = 22.80 (\text{mm}) = 2.280 \text{cm}$
- 物體的重力沿斜面的分量為造成下滑的原因，故於靜力平衡的圖中不畫出。
物體受非平行三力作用而平衡時，三力的延伸線必共點
- 猴子以加速度 $a=g$ 向上運動，繩張力為 T，受力分析如圖(1) $\Rightarrow \sum F = T - mg = ma \Rightarrow T = 2mg$
地面正向力為 N、動摩擦力為 f_k ，鐵籠受力分析如圖(2)
鐵籠鉛直方向受力 $N = 8mg + T = 8mg + 2mg = 10mg$
則動摩擦力 $f_k = \mu_k N = 0.3 \times 10mg = 3mg$ 向左
故需施力 $F = f_k = 3mg$ 向右



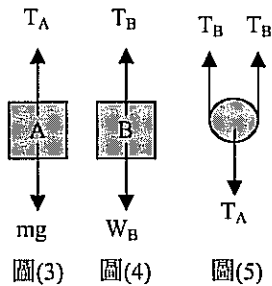
圖(1)



圖(2)

- 設月亮質量 M ，地球半徑 R ，則月亮在地球表面上離月亮最遠處產生的重力場強度量值為 $g_1 = \frac{GM}{(6R)^2}$ ，方向指向月心；在地球中心處所產生的重力場強度量值為 $g_2 = \frac{GM}{(60R)^2}$ ，方向指向月心
$$\frac{|\vec{g}_2 - \vec{g}_1|}{|\vec{g}_2|} = \frac{\frac{GM}{(60R)^2} - \frac{GM}{(6R)^2}}{\frac{GM}{(60R)^2}} = \frac{121}{3721} \approx 0.032$$
- 以原子的微觀角度來看，推力為電磁力的作用
- 上升到最高點費時 4 秒
由 y 方向末速公式 $0 = v_{0y} - 10.0 \times 4.00$ $v_{0y} = 40.0 \text{m/s}$
拋出時仰角為 45° $\tan 45^\circ = \frac{v_{0y}}{v_{0x}} = 1 = \frac{40.0}{v_{0x}}$ $v_{0x} = 40.0$
水平射程 $R = v_{0x} \times 2t_{\text{上}} = 40 \times 2 \times 4 = 320 \text{m}$
- (A)離心力為假想力，不可與其他作用力抵消 (B)瞬時速度方向 = 切線方向，與徑向垂直 (C)對圓心的角動量為一定值 (D)轉一圈受到向心力作用的總衝量為零
(E)物體經過的路徑長為 $2\pi r \times \frac{60^\circ}{360^\circ} = \frac{\pi r}{3}$ ，不是位移
- 設最低點速率為 v ，所受正向力為 N
力學能守恆 $\Rightarrow \frac{1}{2} m \sqrt{3gR}^2 + mg(R - R \cos 60^\circ) = \frac{1}{2} mv^2$
 $\Rightarrow v = 2\sqrt{gR}$
合力作為向心力
 $N - mg = m \times \frac{v^2}{R} = m \times \frac{(2\sqrt{gR})^2}{R} \Rightarrow N = 5mg$
- 靜靜站在磅秤上時，磅秤讀數恰為小明重量。
往下蹲瞬間，小明向下加速，所受向上的正向力小於重力，故讀數 $W_2 < W_1$ 。
往上站瞬間，小明向上加速，所受向上的正向力大於重力，故讀數 $W_3 > W_1$

14. (D)如圖(5)
 ∵滑輪質量不計，
 滑輪所受合力
 $T_A - 2T_B = m_{滑輪}a = 0$
 $\Rightarrow T_A = 2T_B$
 (A)系統靜止
 $T_A = mg, T_B = m_B g$
 $T_A = 2T_B \Rightarrow m_B = \frac{m}{2}$



(B)(C)(E)連接 B 之繩位移量值為連接 A 之繩位移量值的兩倍，故速率、加速度亦為兩倍

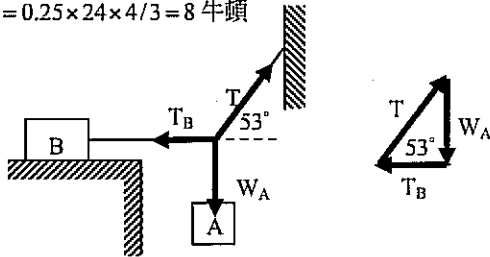
15. 整個碰撞過程為彈性碰撞
 ∴碰撞前後總動能守恆 $m_A g R = \frac{1}{4} m_A g R + \frac{1}{4} m_B g R$
 $\therefore m_B = 3m_A$

16. 設小球受衝量作用後速度為 v
 由衝量—動量定理 $J = mv - 0 \quad v = \frac{J}{m}$
 設小球上升至最高點時，小球與小木塊的速度同為 v_{cx}
 系統水平方向不受外力，
 水平方向動量守恆 $mv = mv_{cx} + mv_{cx} \quad v_{cx} = \frac{J}{2m}$
 非保守力不作功

系統力學能守恆 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_{cx}^2 + \frac{1}{2}mv_{cx}^2 + mgh$

$$h = \frac{J^2}{4m^2g}$$

17. 靜力平衡力圖如圖(6)。由圖(6)可知 T_B 大小即為木塊 B 所受的靜摩擦力。若木塊 A 有最大重力，且此系統又呈平衡，則 T_B 的最大值即等於木塊 B 所受最大靜摩擦力。圖中三力必構成封閉三角形如圖(7)，故可得 W_A 最大值 $= 0.25 \times 24 \times 4/3 = 8$ 牛頓



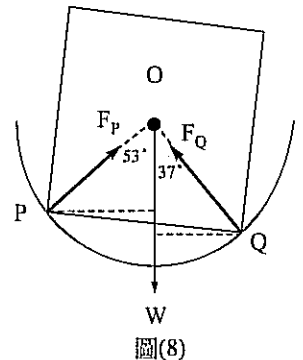
圖(6)

圖(7)

18. 因為 A 和 B 以相同的速度運動，故 A 和 B 間無相對運動的趨勢，故 A 和 B 間無摩擦力作用。而以 A 和 B 為系統時，此系統作等速度運動，故所受合力應為零，故可知水平力 F 加 C 給 B 的摩擦力應為零，故 C 給 B 的摩擦力大小應與 F 相同，方向應與 F 相反
19. $t = t_1$ ，人跳離 B 車，故 B 車受到一向後的作用力，動量減少
 $t = t_2$ ，人落在 A 車，故 A 車受到一向前的作用力，動量增加
 B 車減少的動量，等於 A 車增加的動量
20. (A)(B)光線 1 離開圓柱面時，較偏離法線，故在玻璃中光速較慢，折射率較大，頻率較高 (C)(D)(E)愛因斯坦光子論，光子能量 $E = hf$ ， h 為普朗克常數，因為光線 1 頻率較高，所以能量較高，當光線 2 產生光電子時，光電子也一定能產生光電子

二、多選題

21. 靜電力與電量成正比，與距離平方成反比
 (A) ($F_A \leftarrow$) ($F_B \rightarrow$) 且 $F_A > F_B$ 合力必向左
 (B) ($F_A \rightarrow$) ($F_B \rightarrow$) 合力必向右
 (C) ($F_A \rightarrow$) ($F_B \leftarrow$) 但 F_A 、 F_B 不一定誰大，所以合力可能向右可能向左
 (D)、(E)由(A)-(C)可知合力為零處必位於 B 右側，且此時 $F_A = F_B$ ，又 A、B 電量 9:1，所以到 C 的距離比應為 3:1(靜電力與電量成正比，與距離平方成反比)，則將 C 置於 $x = 14a$ 處，C 所受合力為零
22. (A)兩球在鉛直方向皆是加速度為 g 的等加速度運動
 (B) $\therefore R_{甲} = v_{甲} \times t_{甲}, R_Z = v_Z \times t_Z$
 $\therefore R_{甲} = R_Z$ ，又 $v_{甲} > v_Z \quad \therefore t_{甲} < t_Z$
 (C) $\therefore h = \frac{1}{2}gt^2$ 且 $t_{甲} < t_Z \quad \therefore h_{甲} < h_Z$
 (D) $\therefore v_y^2 = 0^2 + 2gh, v_y = \sqrt{2gh}$ 且 $h_{甲} < h_Z$
 $\therefore v_{y甲} < v_{yZ}$
 (E) $r_{甲} = \sqrt{R_{甲}^2 + h_{甲}^2}, r_Z = \sqrt{R_Z^2 + h_Z^2}$
 $\therefore h_{甲} < h_Z, R_{甲} = R_Z \quad \therefore r_{甲} < r_Z$
23. 當聲源與聽者有相對接近時，聽到的頻率會較波源發出的高
24. (A) \therefore 正向力垂直接觸面
 $\therefore P$ 點作用力 F_P 及 Q 點作用力 F_Q 通過球心



圖(8)

- (B)(C)(D)P 離碗底的垂直高度為 $0.4R$ ，Q 離碗底的垂直高度為 $0.2R$ ，可知 F_P 與垂直方向夾 53° ， F_Q 與垂直方向夾 37° ，不平行的三力達靜力平衡時，力的作用線必交於一點 \Rightarrow 正方形薄木板的重心在通過 O 點的鉛垂線上又 $\therefore OP \perp OQ$ ，且 $OP = OQ = R \quad \therefore O$ 點為正方形薄木板的重心，且正方形薄木板的邊長為 $\sqrt{2}R$
- (E)以 Q 點為支點， $WR \sin 37^\circ = F_P R \Rightarrow F_P = \frac{3W}{5}$
 以 P 點為支點， $WR \sin 53^\circ = F_Q R \Rightarrow F_Q = \frac{4W}{5}$

第貳部分

- 一、1. 靜止時，木塊所受合力為零 $\Rightarrow F = kd \quad k = \frac{F}{d}$
2. 力學能守恆 $\Rightarrow \frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}Mv_1^2$
 $\Rightarrow v_1 = d \times \sqrt{\frac{k}{M}} = d \times \sqrt{\frac{F}{Md}} = \sqrt{\frac{Fd}{M}}$
3. 動量守恆 $\Rightarrow Mv_1 = (M+m)v_2$
 $\Rightarrow v_2 = \frac{M}{M+m} \times v_1 = \frac{M}{M+m} \times \sqrt{\frac{Fd}{M}} = \frac{\sqrt{FMd}}{M+m}$
4. 力學能守恆 $\Rightarrow \frac{1}{2}(M+m)v_2^2 = \frac{1}{2}kR^2$
 $\Rightarrow \frac{1}{2}(M+m) \times \left(\frac{\sqrt{FMd}}{M+m}\right)^2 = \frac{1}{2} \times \frac{F}{d} \times R^2 \Rightarrow R = \sqrt{\frac{M}{M+m}} d$

二、1. 月亮質量為 $\frac{M}{81}$ ，萬有引力 $F_g = \frac{GMm}{r^2}$

地球對衛星的引力大小 = 月亮對衛星的引力大小

$$\Rightarrow \frac{GMm}{d^2} = \frac{G \times \frac{M}{81} \times m}{(60R - d)^2}, \quad d = 54R$$

2. 由克卜勒第三行星運動定律 $\frac{R^3}{T^2} = \text{定值}$

$$\Rightarrow \frac{R^3}{T^2} \Rightarrow \frac{\left(\frac{R+59R}{2}\right)^3}{(2t)^2} = \frac{(60R)^3}{T^2} \Rightarrow t = \frac{\sqrt{2}}{8}T$$

3. 設近地點速率為 v_1 ，遠地點速率為 v_2 ，由克卜勒第二

行星運動定律 $\frac{1}{2}rv\sin\theta = \text{定值}$

$$\frac{1}{2} \times R \times v_1 \sin 90^\circ = \frac{1}{2} \times 59R \times v_2 \sin 90^\circ$$

$$\text{由力學能守恆 } \frac{1}{2}mv_1^2 + \left(-\frac{GMm}{R}\right) = \frac{1}{2}mv_2^2 + \left(-\frac{GMm}{59R}\right)$$

$$\Rightarrow K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{59GMm}{60R}$$