

貳、「力矩和轉動」的教材教法

範例一、台北市立明湖國民中學楊昭濂老師的教學

範例二、台北縣立中山國民中學龍慧真老師的教學

範例三、台北縣立新埔國民中學蔡夙珮老師的教學

單元名稱：10-3 力矩和轉動

日常生活中，轉動的例子很多，像門的手柄，自來水龍頭的開關，電風扇的葉片等等。轉動是物體受到「力矩」作用的結果。力矩是一個很抽象的概念。它不但是兩個物理量的乘積，並且其中的一個物理量更必須是在以第二個物理量為標準時的特定的方向上來量度，實在是一個相當高難度的概念。力矩的應用非常廣泛，本節主要在討論各種槓桿中的力矩。以下也是三個範例，看三位老師怎樣來介紹這個相當不容易被接受的概念。

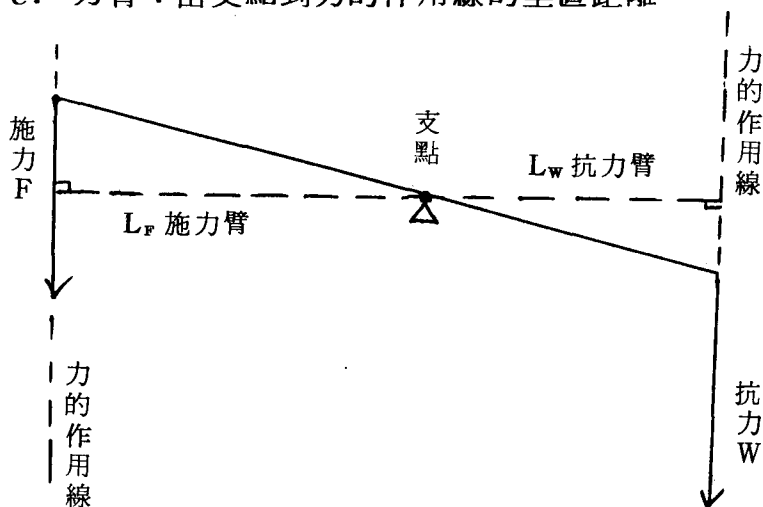
範例一、台北市立明湖國民中學楊昭濂老師的教學

流程

講述

老師活動

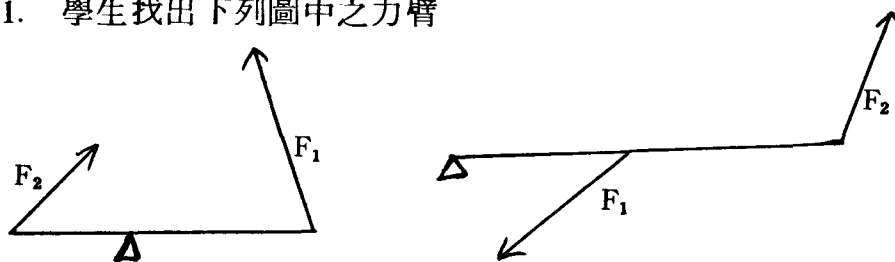
1. 槓桿的定義：
 - a. 能繞一定轉軸或一定點轉動之硬棒，稱為槓桿。
 - b. 能使槓桿自由旋轉之中心轉軸或定點，稱為支點。
2. 介紹槓桿中各項物理量
 - a. 施力 F 。
 - b. 抗力 W 。
 - c. 支點。
 - d. 力的作用線。
 - e. 力臂：由支點到力的作用線的垂直距離。



練習

學生活動

1. 學生找出下列圖中之力臂



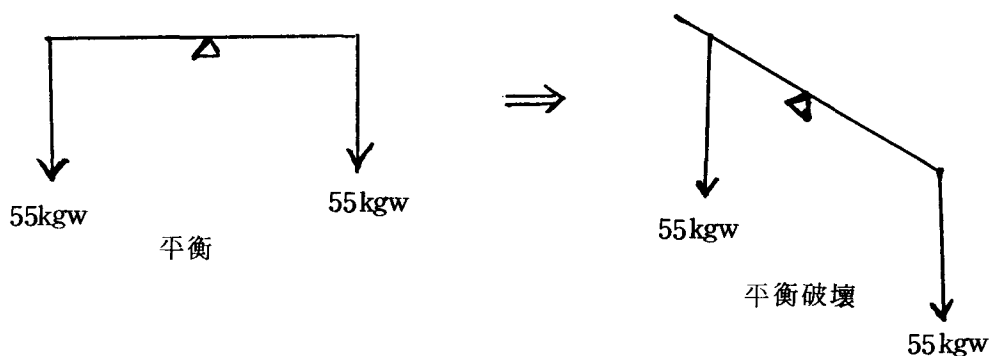
講述

老師活動

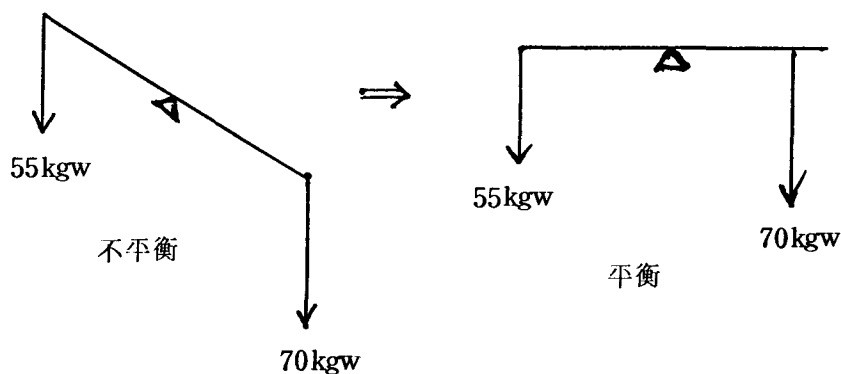
3. 講解示範實驗：

使學生瞭解槓桿要達到平衡，除了力之外，力臂亦是重要因素。

- a. 例：兩人體重均為 55 kgw，坐在蹺蹺板兩端距支點的距離相等處，蹺蹺板會平衡。但若一人稍往前坐，則平衡立即被破壞。可知力雖相等，但卻無法維持蹺蹺板之平衡。



- b. 例：兩人體重各為 70 kgw 和 55 kgw，坐在蹺蹺板兩端距支點的距離相等處，蹺蹺板不會平衡。但若 70kgw 之人稍往前坐，在某一位置可使蹺蹺板平衡。可見力雖不等，但調整力的位置後卻可平衡。可知使蹺蹺板平衡的原因，力不是唯一的因素，力臂亦是重要因素。



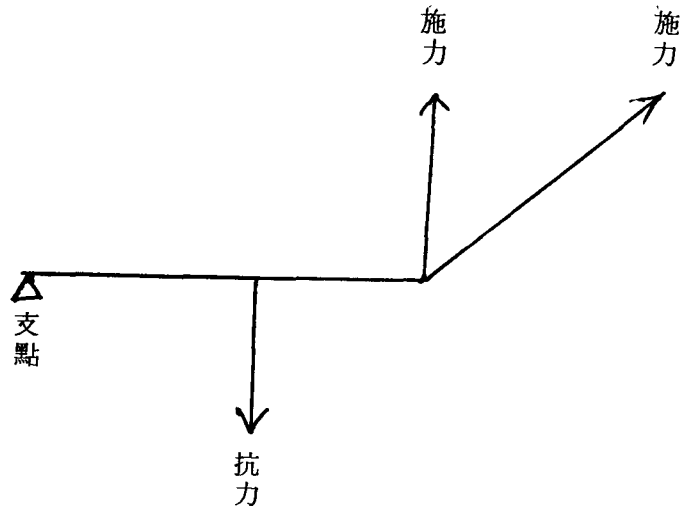
- c. 在實驗中發現，木桿成水平時， $F \times L_F$ 之大小應和 $W \times L_W$ 之大小相等。
- d. 在實驗中亦發現，木桿只要不轉動，不論是否水平， $F \times L_F = W \times L_W$ 。
- e. 發現使木桿不轉動的原因，並非力，而是使木桿順時鐘轉的 $F \times L_F =$ 使木桿逆時鐘轉的 $W \times L_W$ 。
故定義一個可影響木桿轉動的物理量，叫做力矩 (τ)。
力矩 (τ) = 力臂 (L_F) \times 作用力 (F)

- 4. 力矩的方向性：
 - a. 順時鐘方向。
 - b. 逆時鐘方向。

練習

學生反應

- 2. 找出下列圖中力矩的大小和方向。



講述

老師活動

- 5. 合力矩 (力矩和 τ_R)
將順時鐘方向和逆時鐘方向的力矩相減即是合力矩 τ_R 。若合力矩 $\tau_R = 0$ ，則木桿不會轉動。若合力矩 τ_R 不為零，則木桿轉動的方向和較大的力矩的方向相同。

結束


範例二、台北縣立中山國民中學龍慧真老師的教學

教學目標：

1. 讓學生知道力與力矩分別造成移動和轉動，是不同的物理量。
2. 認識力臂的定義，找出真正的力臂。
3. 從找出的力臂長，練習 $\text{力矩} = \text{力臂} \times \text{力}$ 。
4. 讓學生能判斷出力矩方向，及省力、費力的槓桿。
5. 讓學生試著以所學來解釋一些日常生活上的現象。

教學活動：

老師：其實理化不只是應付考試，也可以用來解釋一些日常生活中的現象。現在有兩個問題，考試可能不會考，但可以讓你動動腦筋。

1. 你和哥哥一起用棍子扛東西。你會扛靠近東西的這一邊呢？還是扛離東西較遠的那一邊呢？為什麼？
2. 為何你爸爸開的車子，方向盤是圓的？而有些賽車的方向盤是形的？這樣不是比較酷嗎？

備註：所提出的問題，有點難度，不是立即可回答，而需要一些思考的。答案不必一定有唯一正確答案，開放性的也很好。但需要對答案的原因有合理的解釋。老師也不必將答案說出，還是保留給學生，等學過本節後，還可以再回來看這些問題。

學生活動：

試著解釋這些問題，說出原因。（不宜花太多時間）

教學活動：

老師：現在老師要講的東西可以幫助你解釋這些問題。你要專心聽。要推動一張桌子（示範）的力是一定的。但要開門時好像不是那樣哦。在不同的地方用的力也不一樣（到門邊推門）。這告訴你一件事，要使東西轉動不只和力有關而已，並且還和距離有關。

這距離是指由固定不轉動的點叫做支點的，到你的手出力的地方這段距離。所以科學家寫下了一個公式：力矩 = 力臂 × 力。

力矩的意思就是使物體產生轉動效應的原因。你平常說：「我用 5 公斤重推這桌子。」這叫力。而我要轉動這棍子需要力矩 300 米公斤。這已不單是力了，因為它和距離有關。

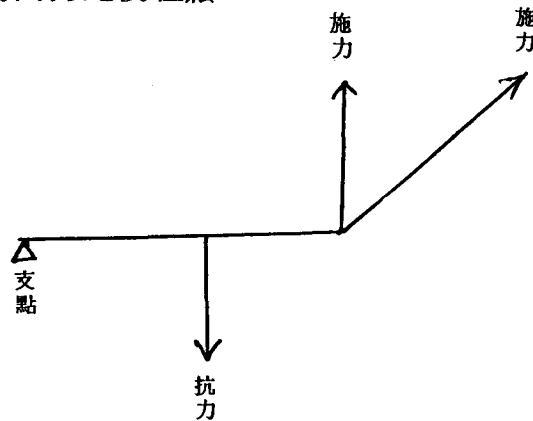
利用教具介紹名詞：支點、施力、抗力、施力臂」及抗力臂。

學生活動：

回答老師所指的教具的地方的名字。

教學活動：

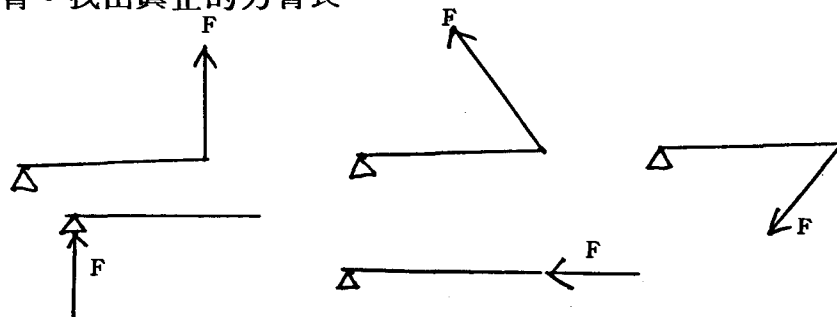
老師：我們發現二種出力方法來提一東西（示範），好像出力會不一樣，垂直方向出力比較輕鬆。



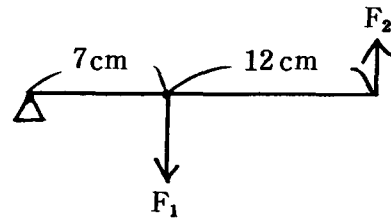
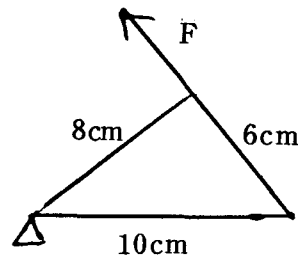
定義力臂：由支點到施力的垂直距離。

學生活動：

練習找力臂。找出真正的力臂長。



回答下列圖中各力的力臂長。



教學活動：

介紹力矩方向：順時鐘方向轉或逆時鐘方向轉。

提醒力矩單位：米 - 公斤。

舉例練習：力矩 = 力臂 \times 力。

老師：如果有兩個力作用於一物體上，物體怎麼轉？總的力矩（合力矩或力矩和）是多少？

先算出順時鐘轉的力矩，再算出逆時鐘轉的力矩，以大的減小的，得出來的就是合力矩。物體會往較大的力矩的方向轉動。

解釋合力矩為零時的情形。

利用示範實驗推論出：施力臂長——省力，抗力臂長——費力。

範例三、台北縣立新埔國民中學蔡夙珮老師的教學

教學目標：

1. 學生能夠指出移動和轉動的不同
2. 學生能夠說出力臂和力矩的定義，並且計算力矩的大小
3. 學生能夠列舉力矩大小和轉動的關係
4. 學生能夠舉例說明槓桿平衡的情況及條件

教學內容	教學情境	學生活動
<p>引起動機 (先復習 10-2)</p>	<p style="text-align: center;"> 求合力 $\left\{ \begin{array}{l} \text{二個力} \left\{ \begin{array}{l} \text{直線} \left\{ \begin{array}{l} \text{同向} \\ \text{反向} \end{array} \right. \\ \text{非直線} \end{array} \right. \\ \text{三個力} \end{array} \right.$ </p> <p>引導學生去思考</p> <p>T：若合力$\neq 0$結果如何？</p> <p>T：合力愈大，是否移動的效果愈明顯？</p> <p>T：也就是說，移動的難易程度由合力大小決定？(引入量化觀念)</p> <p>T：又合力為0，結果為何？</p> <p>①達平衡②靜止不動③以上皆對 ④以上皆錯</p> <p>讓學生舉手表決(預測學生可能大部份都會答錯)</p> <p>藉此機會教育，告訴學生“真理是不可以以表決方式決定的！”</p> <p>解說為何答案是④</p>	<p>S：物體會沿合力的方向移動(位置改變)</p> <p>S：是！</p> <p>S：是！</p> <p>思考問題</p> <p>舉手表決(但只有少數人答對)</p>

教學內容	教學情境	學生活動
引入轉動的觀念	<p>尋問學生是否有問題？</p> <p>以二人推石磨為例，雖然合力為零，並未靜止不動，知物體仍有轉動現象</p> <p>T：轉動亦有難易程度，請同學思考我們如何描述？</p>	<p>思考問題</p>
激發學生去思考有什麼日常生活經驗可以告訴我們可能影響轉動的因素？	<p>激發學生去思考有什麼日常生活經驗可以告訴我們可能影響轉動的因素？</p> <p>依門的旋轉難易……</p> <p>歸納出我們可以定義一個物理量叫做力矩來描述轉動的難易程度</p>	<p>學生思考後，回答問題</p>
定義力矩	<p>板書</p> <p>配合講義 10-3，一力矩講解</p>	<p>配合老師完成講義 10-3 一力矩</p>
學生討論	<p>開放 5 ~ 10 分鐘小組討論，有不懂老師個別指導（巡堂）</p>	<p>依照事先分好的組別做小組討論或研讀</p>
教學評量	<p>事先準備好評量題目（如附件）</p> <p>討論評量題目</p>	<p>接受評量</p> <p>把不清處的弄懂</p>
賞 罰	<p>依預訂的方式賞罰各人及小組</p> <p>黑板講解</p>	
介紹槓桿平衡條件	<p>帶領學生完成講義 10-3，二槓桿平衡</p>	<p>配合老師完成講義 10-3 二槓桿平衡</p>
學生討論	<p>開放 3 ~ 5 分鐘可以討論，有不懂老師個別指導</p>	<p>個人研讀或小聲討論</p>
教學評量	<p>事先準備好評量題目</p> <p>檢討評量結果</p>	<p>接受評量</p>

附 講 義

10-3 力矩和轉動

一、力矩：

1. 槓桿：可繞著一固定點自由轉動的硬棒，稱為槓桿，如天平、蹺蹺板等。

例 1：我們可利用棍子和木頭組成的槓桿來掘起大石頭。

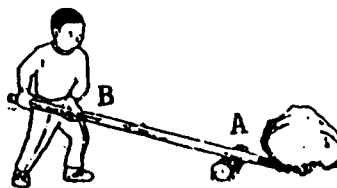
2. 解釋名詞：（參考右圖）

① 施力點

② 抗力點

③ 支點

④ 施力臂：由支點到施力作用線的垂直距離稱為施力臂。



⑤ 抗力臂：由支點到抗力作用線的垂直距離稱為抗力臂。

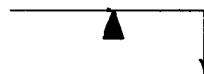
3. 力矩：可使物體繞支點產生轉動的效應。

《公式》 力矩 = 力臂 × 作用力的大小

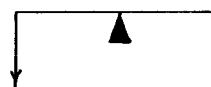
4. 力矩單位：m - kgw 或 cm - gw

5. 力矩是具有方向性的物理量，依旋轉方向可分為：

(1) 順時鐘方向的力矩：使槓桿順時鐘轉動，
習慣以此為負。



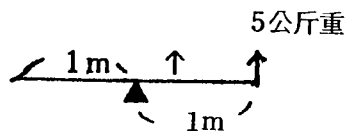
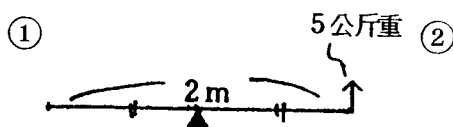
(2) 逆時鐘方向的力矩：使槓桿逆時鐘轉動，
習慣以此為正。



6. 旋轉物體的難易由程度由力矩大小決定，力矩愈大時物體愈容易產生轉動，力矩為零時，物體不會轉動。

7. 力矩的應用：①開門、關門②天平秤物③螺絲扳手

例 2：求出下列各圖之力臂與力矩。



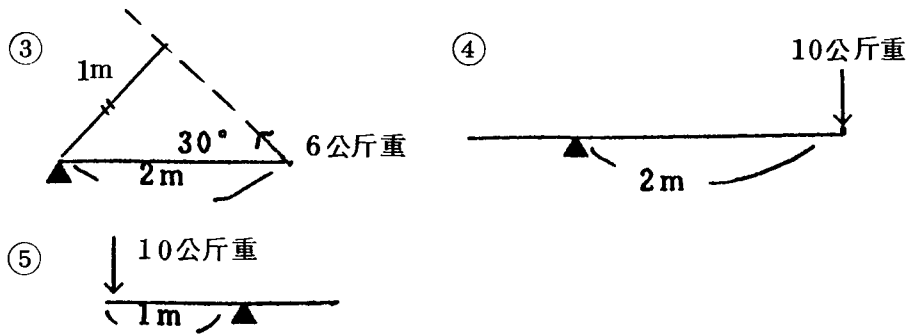
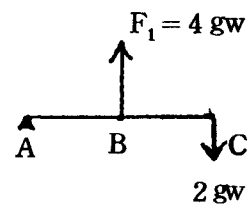


圖 別	①	②	③	④	⑤
作 用 力					
力 臂					
力 矩					

例 3：如圖 AB 為一均勻木棒，A 為支點，B 點施力 $F_1 = 4$ 克重，C 點施力 $F_2 = 2$ 克重，若 $AB = 6$ cm， $AC = 12$ cm，則：

- (1) 順時鐘的力矩為若干？ 24 m - kgw
- (2) 逆時鐘的力矩為若干？ 24 m - kgw
- (3) 力矩的總和若干？ 0
- (4) 木棒依什麼方向旋轉？ 不動



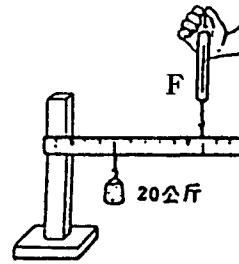
二、槓桿平衡：

1. 槓桿受數力的作用而能維持平衡（靜止）時，必須符合下列兩個條件。
 - (1) 移動平衡：合力 = 0（即向上力 = 向下力，向左力 = 向右力）
 - (2) 轉動平衡：合力矩 = 0（即各力所產生的順時鐘方向力矩和 = 逆時鐘方向力矩和）
2. 槓桿定律：當槓桿平衡時，合力矩 = 0，即施力臂 \times 施力 = 抗力臂 \times 抗力，此關係稱之。
 - (1) 施力臂大於抗力臂時，施力小於抗力，則槓桿可以省力，但費時間。
 - (2) 施力臂小於抗力臂時，施力大於抗力，則槓桿費力，但省時間。

例 4：如圖，木尺重量不計，重錘距支點 4 cm，手上提的位置距支點 10 cm，則欲使木尺不轉動，至少須施力若干？

$$10 \times F = 4 \times 20$$

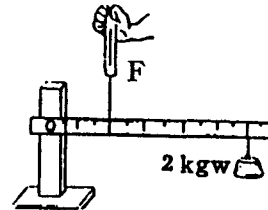
$$F = 0.8 \text{ kgw}$$



例 5：如圖，木尺重量不計，重錘距支點 10 cm，手上提的位置距支點 2 cm，則欲使木尺不轉動，至少須施力若干？達平衡時支架受力大小及方向為何？

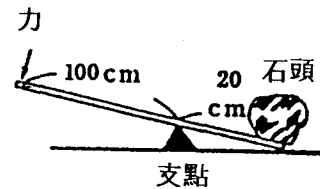
$$2F = 10 \times 2$$

$$F = 10 \text{ kgw}$$



例 6：某人利用一支長 120 cm 之木棍舉起一 80 公斤重之大石頭，試問：

- ①此人必須用多少公斤重的力？
- ②此人用力產生的方向為順或逆時鐘方向？
- ③此人想更省力，施力點須向那個方向移動？或支點向那個方向移動？
- ④此種支點在中央的槓桿是否一定省力？



- ① $F \times 100 = 80 \times 20$ $F = 16 \text{ kgw}$
- ② 逆時鐘方向
- ③ 向左，向右
- ④ 不一定

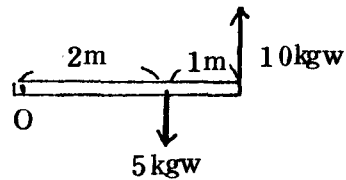
附評量題目

範圍：10-3，A. 力矩 考試日期： 月 日 二年 班 號姓名

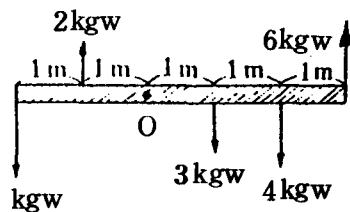
1. 《公式》 力矩 = _____ × 作用力的大小
2. () 旋轉物體的難易程度由下列何者決定①作用大小②力的作用線至轉軸的垂直距離③支點的位置④力矩的大小
3. () 以下何者是力矩的應用①開門、關門②天平稱物③螺絲扳手④以上皆是
4. () 有關力矩的敘述，下列何者錯誤①力與力臂必定互相垂直②力矩的單位可寫成公尺—公克重③力矩可使物體移動④力矩有方向性

5. 如圖中的木尺可繞 O 點轉動，求：

- (1) 10 公斤重對 O 點的力矩大小與方向？
- (2) 5 公斤重對 O 點的力矩大小與方向？

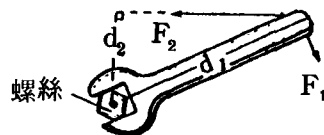


6. 求下圖中各力對木尺產生的合力矩大小與方向？



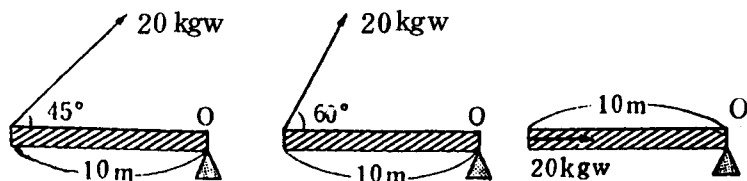
7. 試由右圖回答下列各題：

- (1) F_1 的力矩等於 _____。
- (2) F_2 的力矩等於 _____。
- (3) 作用於螺絲扳手的反時鐘的力矩等於 _____，順時鐘的力矩等於 _____。



(4) 若螺絲扳手呈靜止不動，則此二力矩有何關係？答：_____

8. 求下列各圖中作用對 O 點的力矩大小？

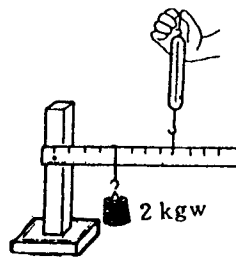


範圍：10-3，B. 槓桿平衡 考試日期： 月 日 二年 班 號姓名

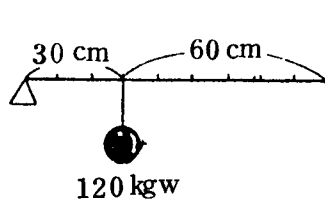
1. 槓桿受數力的作用而能維持平衡（靜止）時，必須符合那兩個條件？

_____、_____

2. 如圖，木尺重量不計，重錘距支點 5 cm，手上提的位置距支點 10 cm，則欲使木尺不轉動，至少須施力若干？



3. 利用抗力點在中間的槓桿把 120 公斤重的物體提起，若施力點距抗力點 60 公分，抗力點轉距支點 30 公分，試回答回題：



- ①畫出受力圖
- ②至少應該施力若干？
- ③與物重比較是省力或費力？