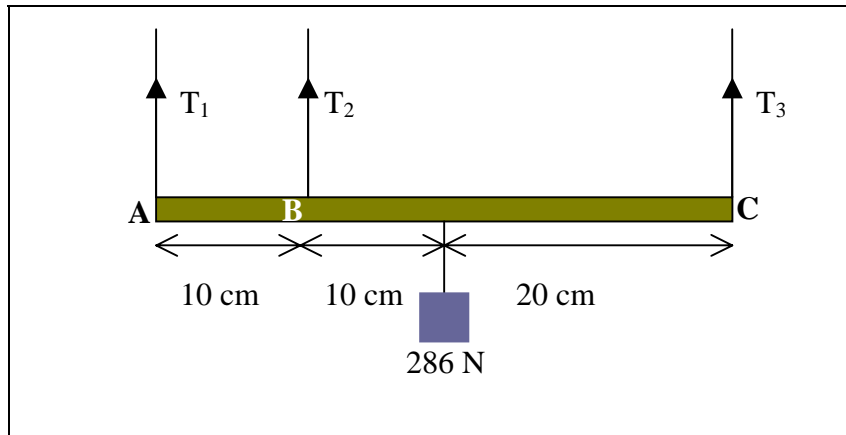


問題：如圖所示，一水平木棒被三條長度、粗幼完相同的金屬線吊起，再在木棒的中央放一重物件。木棒和物件的總重量是 286 N。求每一條線的張力。



對於 A，逆時鐘力矩 = 順時鐘力矩

$$1 \times T_2 + 4 \times T_3 = 2 \times 286$$

$$T_2 + 4T_3 = 572 \text{ N} \quad \dots\dots\dots(1)$$

向上的力 = 向下的力

$$T_1 + T_2 + T_3 = 286 \text{ N} \quad \dots\dots\dots(2)$$

問題是二個方程是不足夠去解三個未知值的！

有同學提議對於另一點，再用“逆時鐘力矩 = 順時鐘力矩”的關係去求得第三式。可惜，這是不成功的！

我們不妨試試

對於 B，逆時鐘力矩 = 順時鐘力矩，即是

$$3 \times T_3 = 1 \times T_1 + 1 \times 286$$

$$3T_3 = T_1 + 286 \text{ N} \quad \dots\dots\dots(*)$$

但 (*)不是一條獨立方程 (independent equation)。

其實，將 (2) 代入 (1)，消去 T_2 後，那就是 (*)

(*) 來自 (1) 和 (2)，若用它們去解 T_1, T_2 和 T_3 ，會得到甚麼？你自己試試看。

用力矩和力的平衡只得兩條獨立方程。第三條式如何求得？

若你不知道答案，請你停下來，用最少 15 分鐘去想一想。

想到或想不到，15 分鐘後，才看下頁的解答，你才得益！

張力是如何造成？

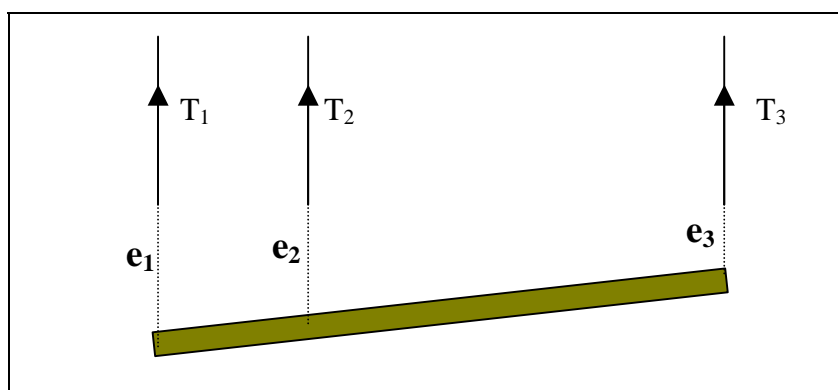
要將線或繩拉長，才可以製造張力的。雖然伸長幅度了很小，但張力之間的比例也是這些伸長的比例。

如 虎克定律 (Hookes' law), $T = ke$, 其中 k 是一常數。

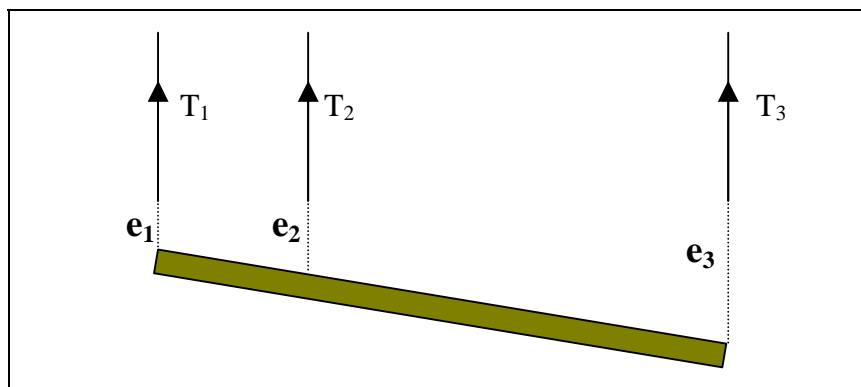
問題中的三條線是相同的，所以 k 相同。

它們的拉長只有兩個可能性 (下圖的傾斜是誇張的，木條看起本應大概仍是水平)：

(A)



或 (B)



無論 (A) 或 (B) , 都是

$$\frac{e_3 - e_1}{e_2 - e_1} = \frac{4}{1}$$

即是 $T_3 - T_1 = 4(T_2 - T_1)$

$$T_3 = 4T_2 - 3T_1 \quad \dots\dots\dots(3)$$

這就是我們要找尋的第三式

用 (1)、(2) 和 (3) 解出

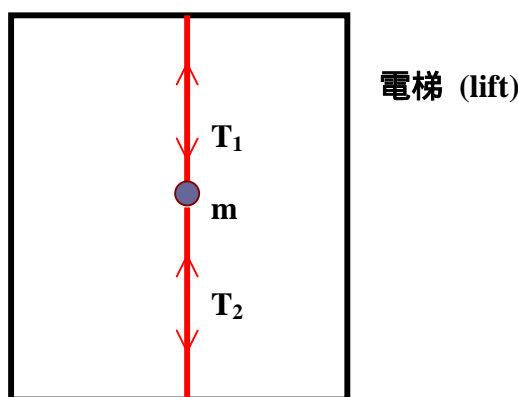
$T_1 = 77\text{N}$, $T_2 = 88\text{N}$ 和 $T_3 = 121\text{N}$ 。

即是說 (B) 的形狀才是正確的。

用四條、五條、六條、..... 線去承托物件，是用類似的方法去解問題的。

但話說回來，上述的解答只適用於 (i) 原來的線是完全一樣長；(ii) 木條原來水平放置。若這些誤差是和伸長的幅度相若，答案已不太準確了。

多年前，香港中學會考有以下問題



圖中紅線是已拉長了的繩。問當電梯向上加速時，繩上的張力 T_1 和 T_2 會如何改變？

$$\text{向上加速， } T_1 - T_2 = ma + mg$$

有同學問只是 $T_1 - T_2$ 等於一應有的值，但仍有數個可能可以做成這結果的。譬如 (1) 只是 T_1 增加， T_2 不變、(2) T_1 不變， T_2 減小、(3) T_1 增加， T_2 減小或 (4) T_1 大幅增加， T_2 小幅增加等。哪一變化才是正確？

要答這個問題不難，只要想想

$$\text{張力} \propto \text{伸長幅度}$$

就行了。