

109學年度自主學習計畫— 溫度與破碎的世界

Temperature & The World of Fragment

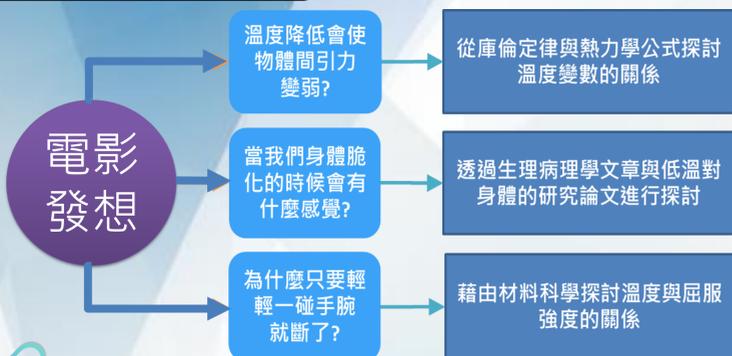
高雄中學
高二14班 蘇敏嘉
指導老師 江宜昕

前言

研究動機

在老師安排的地球科學課程中，我在《氣象站》這部電影裡，看見了失去溫度平衡的大氣導致人們與許多物品都被瞬間冰凍，就在特勤局探員前去調查時，僅只用了手指輕輕一碰被冰凍者求救的手時，已結成冰的手頓時從手腕處斷裂。此時我不禁好奇：極端的低溫為何能使堅硬的鋼鐵或柔嫩的皮膚都變得不堪一擊？因此我運用自主學習的時間，從資料蒐證、原理解析到數據探討，破解電影宏大的世界觀以及其虛實難辨的畫面！

研究流程



研究目的

- 一 探討分子間引力與溫度的關係
- 二 探討低溫與人體感知的關係
- 三 探討溫度對於物體應力的關係

研究結果

一 探討分子間引力與溫度的關係

庫倫定律

$$F = k_e \frac{qq'}{r^2} \rightarrow k_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{c_0^2\mu_0}{4\pi} = c_0^2 \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$$

F 是作用力，單位為 $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
 k_e 為庫倫常數
q 與 q' 帶有正負號的電荷
r 為兩電荷的距離

ϵ_0 為真空電容率 = $8.854,187,817 \text{ F}\cdot\text{m}^{-1}$
 π 為常數 = 3.14159265359

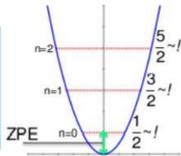
熱力學

在普朗克“第二量子理論”公式

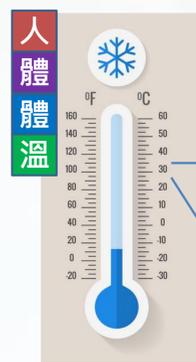
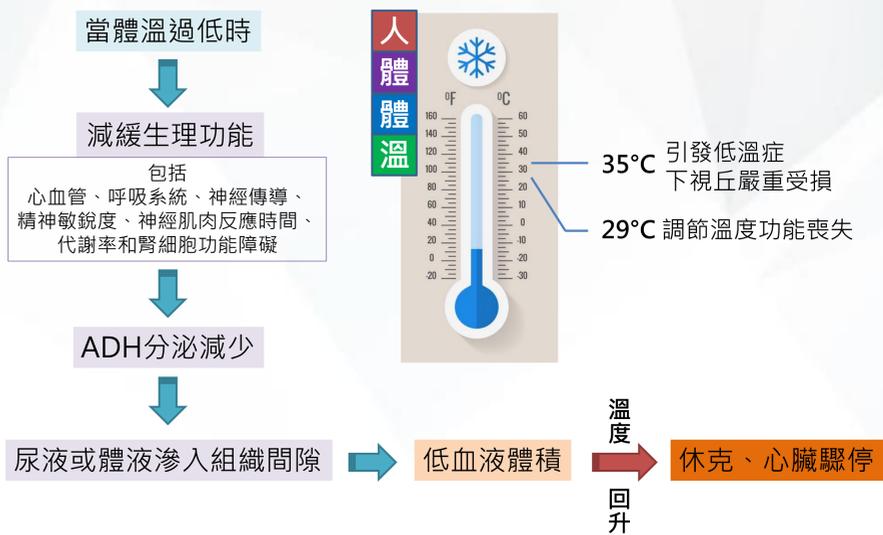
$$\epsilon = \frac{h\nu}{2} + \frac{h\nu}{e^{h\nu/(kT)} - 1}$$

由此公式可發現，即使達到絕對零度，分子仍會繼續以零點能量做些微震動，同時分子間相互吸引的力將達到最大。

ν 為頻率，單位為 s^{-1}
 T 為絕對溫度，單位為 K
 k 為波茲曼常數，其值為 $1.380649 \times 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$
 h 為普朗克常數，其值為 $6.62607004 \times 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$



低溫與人體



35°C 引發低溫症
下視丘嚴重受損
29°C 調節溫度功能喪失

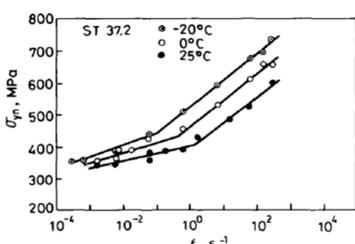
三 探討溫度對於物體應力的關係

屈服強度

在機械與材料科學的定義中，屈服強度指的是金屬材料抵抗微量塑形的應力，當金屬材料受力大於本身應力強度的屈服極限時，將使材料永久形變而無法復原。

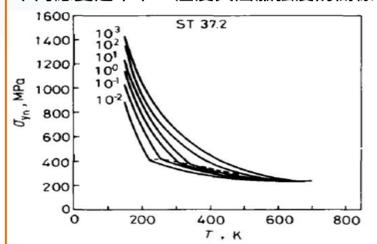
屈服強度的公式為 $\sigma = F/S$
F 為材料屈服時所需最小的力，S 為受力材料的橫面積。

不同溫度下應變速率與屈服強度的關係



在較低溫環境且同應變速率時的屈服強度皆比其他溫度來的高。

不同應變速率下，溫度與屈服強度的關係

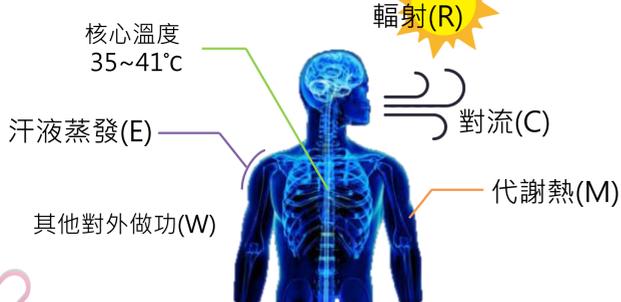


越低溫時，其屈服強度漸增，且在達到約200K時屈服強度急遽上升。

二 探討低溫與人體感知的關係

人的熱量平衡

推導公式: $M - W \pm R \pm C - E = 0$



結論

- 一 分子間引力在不考慮鍵結與熱運動時，單純的庫倫靜電力與溫度並無相關。
- 二 在考慮分子熱運動時，其動能可由普朗克第二量子理論得知，且與溫度呈正相關而非正比。
- 三 人體熱量收支情況可由 $M - W \pm R \pm C - E = 0$ 簡單表示，當處於低溫環境時，則應修正為 $M - W - R - C - E < 0$ 。
- 四 在體溫低於31°C後，下視丘即失去體溫調節功能，接著中樞神經受到破壞，導致人體無法維持體溫恆定。
- 五 隨著溫度降低，物體的屈服強度上升，須施以更大的壓力才能使物體永久形變。
- 六 綜觀上述，分子間的排列在溫度低時更加緊密，當人體在被冰凍後應失去知覺，無法提前得知身體處於易碎狀態，且將電影《氣象站》中「調查員一處碰到被冰凍的手即斷裂」對比低碳鋼隨溫度降低而屈服強度上升的特性，可推測其應是屬於虛構的片段，然而人體相對於低碳鋼結構來的複雜許多，應查找更多實驗結果加以肯定。

心得感想

其實在許多人眼裡，大家都會直觀的認為被冰凍的物體一被觸碰到就會瞬間瓦解。就連我剛開始在探討這個問題時，也只是想單純找出此現象的原理，然而當我越往科學的世界挖掘，才發現原來電影中的現象本身就充滿矛盾與破綻，而我們往往直觀認為的現象，實則與現實相互抵觸。經歷此次挫折，我開始透過自己雙手查找與分析文獻，並抱持對各種既定印象懷疑的態度，我想唯有這樣實際的行動，才是追求真理的不二法門。在這樣充裕的學習時間中，不僅讓我著手規畫學習方法，也大大的提升資料整合的能力，更再次勾引起我對科學的熱誠以及好奇心！



本論文榮獲1100315
梯次小論文競賽特優
掃描QRcode可連結
至小論文與自主學習
計畫表

