

1.3. 放射衰變 (Radioactive Decay)

1.3.1. 認識不穩定核素中發生的放射衰變 (Realizing the Occurrence of Radioactive Decay in Unstable Nuclides)

- “放射衰變”係指：
 - 一個唔穩定嘅核素為咗要變得穩定，核素自發地放出輻射。
- ☆ 至於點解叫做“衰變”，我哋可以當係因為：
 - 如果核素放出嘅輻射係 α 或 β 輻射，放輻射後嘅核素會“變”成另一個核素。
 - 變成另一個核素後因為好可能唔會再放輻射，所以輻射活動變得“衰”落。
 - 以上嘅“解釋”只係玩“拆字”，希望令你容易D記得咩係會考係“放射衰變”。
 - ◆ 而考試係唔會考嘅。
- ☆ 另一個要留意嘅係“核素 (Nuclide)”係個名詞。
 - 化學入面我哋多數提到嘅係“元素 (Element)”
 - ◆ 咁係因為只要係同一個元素，就算係“同位異元素(Isotopes)”，佢哋嘅化學性質都係一樣。
 - ◆ 計數方面又因為會用“相對原子質量”，我哋根本唔需要理會“同位異元素 (Isotopes)”嘅存在。
 - 但係喺原子物理學入面，一個元素嘅同位異元素當中可能有D係有放射性而另一D就唔有放射性。
 - ◆ 而同位異元素嘅分別就係喺個原子核入面，所以為求簡單，我哋會當依D擁有唔同原子核嘅嘢係“唔同嘅嘢”。
 - 而根據原子核嘅分別而分出嚟嘅就係“核素”。

1.3.2. 檢測放射衰變的無規本質 (Examining the Random Nature of Radioactive Decay)

- “無規特性”其實係指我哋唔可以確實知道“一個不穩定的核素便幾時會放輻射”。
 - 依個情形就好似六合彩咁。雖然每次波嘅排法同用嚟攪珠嘅機器設定、運作都係一樣，但每次開出嚟嘅結果都唔同。
- 透過以下嘅現象，我哋可以推論出放射衰變係無規嘅：
 - 由放射性物質發放嘅輻射而引起嘅雲室中徑跡係無規地出現(即係就算對同一個放射性物質嚟講，唔會每一秒都出現同等數量嘅徑跡)。
 - 假如我哋用量度輻射強度嘅儀器嚟量度一個放射性物質嘅輻射強度，我哋會發現儀器嘅讀數係不等咁跳動、時高時低。

1.3.3. 說出樣本放射強度跟未衰變原子核數目的正比例關係 (Stating the Proportional Relationship between the Activity of a Sample and the Number of Undecayed Nuclei)

- 喺講解依節之前，我哋先要明白標題中所用嘅字眼：
 - 樣本就係指“實驗入面用到或者係要量度嘅對像”。
 - ◆ 當然，係依度用到嘅樣本就係“一件放射物質”。
 - 放射強度係指“每秒發生放射衰變的次數”
 - ◆ 放射強度嘅單位係“貝克勒耳 (Becquerel)”，簡寫為 Bq
 - 喺中學文憑課程入面冇明確指出大家要認得依個單位。
 - 總之大家要知嘅係“放射強度”係講緊“樣本每秒發生放射衰變嘅次數”

- 咁點解“樣本放射強度”同“跟未衰變原子核數目”會有一個正比例關係呢？
 - 其實道理好簡單，就係因為放射強度係指“樣本每秒發生放射衰變嘅次數”。
 - 舉個例嚟解釋：
 - ◆ 假如有個人攞住“一堆”骰，每秒鐘將“依堆骰”擲一次。
 - ◆ 而我哋就做嘅就係要量度佢每秒鐘擲到幾多個 6。
 - ◆ 咁你認為“用一堆 10 粒嘅骰”同“一堆係 1000 粒骰”量度出嚟嘅結果會唔會一樣嘅？
 - 我諗係人都知梗係“攞住 1000 粒骰擲一次”會擲到多 D “6”。
 - 所以只要樣本越大，放射指數就會越強。
 - ◆ 依個就係依課我哋要明嘅“樣本放射強度與未衰變原子核的數目成正比例關係”。
 - ◆ 留意我哋一定要指出 D 原子核係“未衰變”嘅。因為衰變咗原子核就唔會再放輻射。
 - 唔明嘅話可以想像我哋攞住 1000 粒“古惑骰”嚟擲。
 - 而“古惑骰”嘅特點係“每粒全新嘅古惑骰同一般骰一樣，但只要一擲到個 6，以後都唔會再有人可以佢擲到 6”。
 - 咁冇錯最你第一次擲可能會擲到好多個 6。當你擲到 150 個 6。
 - 但到你第二次擲嘅時候，其實你同用 850 粒骰嚟擲冇分別（因為嗰 150 粒已經唔會再有可能擲到 6）。
 - 如果你不斷係咁擲，每次擲到嘅 6 嘅數量好自然會越嚟越少。

1.3.4. 定義半衰期為放射性核數目減半所需的時間 (Defining Half-Life as the Period of Time over which the Number of Radioactive Nuclei decreases by a Factor of one-half)

- 半衰期是帶放射性的原子核數目減至原來的一半所需嘅時間。
- 而對同一種放射性物質嚟講，半衰期係恆定的 (即係固定不變)，與環境因素無關。
- 如果繼續用前面嘅“古惑骰”比喻嚟解釋。
 - 當時間 $t = 0$ 嘅時候，我哋有 1000 粒全新 (即未擲到 6) 嘅“古惑骰”。
 - 當 $t = 1$ ，因為擲咗一次骰，只當中應有 $1/6$ 嘅骰係擲到 6 (即 167 粒)，所以剩低 833 粒全新“古惑骰”。
 - 當 $t = 2$ ，當我哋擲骰嘅時候，當中 833 粒全新“古惑骰”又會有 $1/6$ 係擲到 6 (即 139 粒)，所以剩低 694 粒全新“古惑骰”。(舊嘅骰已經唔會擲到 6 了)
 - 當 $t = 3$ ，694 粒全新“古惑骰”又會有 116 粒擲到 6，所以剩低 578 粒全新“古惑骰”。
 - 當 $t = 4$ ，578 粒全新“古惑骰”又會有 96 粒擲到 6，所以剩低 482 粒全新“古惑骰”。
 - ◆ 由此，我哋可以見到約 4 秒後全新“古惑骰”嘅數目會由 1000 減半至 500。
 - 當 $t = 5$ ，482 粒全新“古惑骰”又會有 80 粒擲到 6，所以剩低 402 粒全新“古惑骰”。
 - 當 $t = 6$ ，402 粒全新“古惑骰”又會有 67 粒擲到 6，所以剩低 335 粒全新“古惑骰”。
 - 當 $t = 7$ ，335 粒全新“古惑骰”又會有 56 粒擲到 6，所以剩低 279 粒全新“古惑骰”。
 - 當 $t = 8$ ，279 粒全新“古惑骰”又會有 47 粒擲到 6，所以剩低 232 粒全新“古惑骰”。
 - ◆ 由此，我哋再約 4 秒後全新“古惑骰”嘅數目會由 482 減半至約 241。
- ◇ 因為我哋假設咗我哋每一秒、同一時間咁擲晒所有嘅骰，所以以上嘅例子唔能夠“準確”咁數算“全新古惑骰減半嘅時間”。
 - ◆ 不過希望你都睇到“全新古惑骰減半”嘅時間係固定嘅
 - ◆ 但係對於放射性物素嚟講，物質入面嘅每個放射性就哋獨立咁“按照某一個概率嚟睇吓發唔發生衰變”。
- ◇ 留意考試係唔會問到底點解會個固定嘅半衰期。我用個比喻只係想大家明白多 D 半衰期嘅意思。
 - 大家只要下面兩點就 OK
 - ◆ 半衰期係帶放射性的原子核數目減至原來的一半所需嘅時間
 - ◆ 半衰期係固定不變

1.3.5. 以衰變曲線或數據測定放射同位素的半衰期 (Determining the Half-Life of a Radioisotope from its Decay Graph or from Numerical Data)

✧ 睇依節嘅內容之前，請大家先睇咗“1.3.6 認識本底輻射的存在”。

- 無論係用衰變曲線定數據測定嘅方法，我哋都係利用到以下嘅原則：
 - 搵返到底要幾耐，佢放射同位素嘅樣本嘅放射強度先會減半。
 - ◆ 依個時間就係放射同位素嘅半衰期。
 - 依個原則係基於以下嘅推論而得出嘅：
 - ◆ 半衰期係帶放射性的原子核數目減至原來的一半所需嘅時間。
 - ◆ 而樣本放射強度同未衰變原子核數目係有一個正比例關係。
 - ◆ 因此要搵半衰期，我哋可以量度樣本放射強度減半所需嘅時間。
- 不過大家一定要留意列出嚟嘅數據有冇“本底輻射”(background radiation) 的數值係入面。
 - 如果係冇（因為有 D 數據嚟列出嚟之前已經減咗本底輻射嘅值），咁就可以直接睇半衰期係幾耐。
 - 如果係有，咁就要：
 - ◆ 量度出嚟最初嘅放射強度需要先減去本底輻射
 - ◆ 之後再減一半
 - ◆ 之後再加返本底輻射上去先至係“經過一個半衰期時後嘅輻射強度”
 - ◆ 從圖或數據中利用以上計到嘅值睇返“半衰期”係幾耐

1.3.6. 認識本底輻射的存在 (Realizing the Existence of Background Radiation)

- 前面我哋不停係咁講放射性物質係會放輻射嘅。但其實喺日常嘅生活環境中，輻射都係存在嘅。
 - 依種唔係因為特定某件放射性物質放發嘅“背景”輻射就叫“本底輻射”。
 - 依個情形就好似拍劇用現場收音，除咗錄到演員講嘅對白之外仲會錄到 D 背景聲音。
- 本底輻射嘅主要來源有：
 - 岩石同土壤中自然存在嘅放射性物質。
 - ◆ 建築用的石屎因為都有沙石成份，所以石屎都會放出輻射。
 - 宇宙射線 (cosmic ray)
 - 空氣中嘅放射性氣體，例如氡。

1.3.7. 解決有關輻射衰變的問題 (Solving Problems Involving Radioactive Decay)

✧ 請睇返“1.3.5 以衰變曲線或數據測定放射同位素的半衰期”。