

班別	班號	姓名	得分
----	----	----	----

[原子物理學.1.1]

(a) 求下列原子核內中子和質子的數目：

原子核	中子的數目	質子的數目
${}^4_2\text{He}$		
${}^{10}_5\text{B}$		
${}^{235}_{92}\text{U}$		
${}^{238}_{92}\text{U}$		

(b) ${}^{235}_{92}\text{U}$ 和 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 稱為「同位素」。解釋「同位素」一詞的含意。

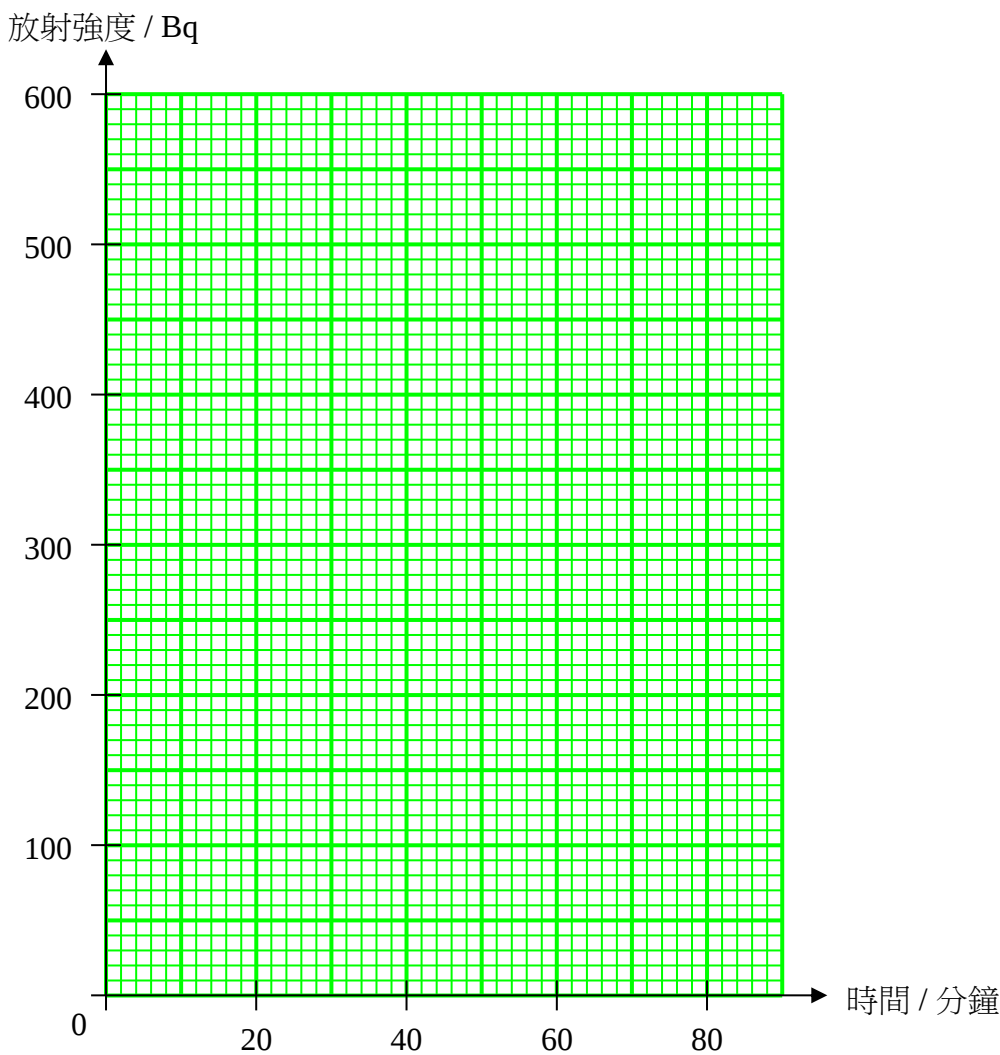
班別	班號	姓名	得分
----	----	----	----

[原子物理學.2.1]

一塊放射性物料有 3.20×10^6 個原子，其中 40% 的原子已經衰變。下表顯示它從現在至其後 250 分鐘的放射強度。

時間 / 分鐘	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250
放射強度 / Bq	599	436	320	238	181	139	110	89	75	65	57	43	40	40

(a) 完成下圖以顯示放射強度在首 90 分鐘的變化。



(b) 估算本底輻射及元素的半衰期。

(c) 問從現在起計，要多少分鐘後物料才會餘下 1.2×10^5 個未衰變的原子？

班別	班號	姓名	得分
----	----	----	----

[原子物理學.2.2]

已知鈉-24 會出現 β 衰變成為穩定的子核，半衰期為 15 小時。現有一塊含有鈉-24 的放射源，它現時放射強度為 880 Bq。

(a) 求鈉-24 的衰變常數。

(b) 放射源現時含有多少個鈉-24 核？（提示： $A_0 = k N_0$ ）

(c) 它 60 小時後的放射強度是多少？

(d) 它 24 小時後的放射強度是多少？

(e) 放射源過了多久才會剩下 1.37×10^7 個鈉-24 核？

(a) 過了多久放射源的放射強度才會降至 1×10^{-8} Bq？

班別	班號	姓名	得分
----	----	----	----

[原子物理學.2.3]

已知碘-135 會出現 β 衰變成為穩定的子核，半衰期為 6.57 小時。現有一瓶含有 0.01 mol 碘-135 核的液體。

(a) 求碘-135 的衰變常數。

(b) 液體現時的放射強度是多少？（提示： $A_0 = k N_0$ ）

(c) 該瓶液體 12 小時後的放射強度是多少？

(d) 過了多久瓶內才會剩下 1.06×10^{21} 個碘-135 核？

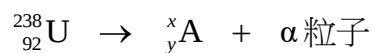
(e) 過了多久液體的放射強度才會下降至 1×10^{12} Bq？

班別	班號	姓名	得分
----	----	----	----

[原子物理學.2.4]

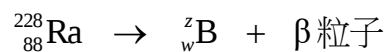
下式中 A、B、C 和 D 為代號，並非元素的真實符號：

(a) 已知鈾-238 ($^{238}_{92}\text{U}$) 會發生 α -衰變：



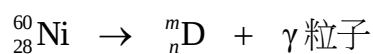
求 x 和 y 的值。

(b) 已知鐳-228 ($^{228}_{88}\text{Ra}$) 會發生 β -衰變：



求 z 和 w 的值。

(c) 已知 $^{60}_{28}\text{Ni}$ 會發生 γ -衰變：

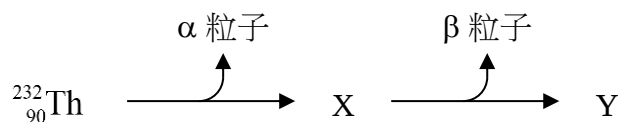


求 m 和 n 的值。

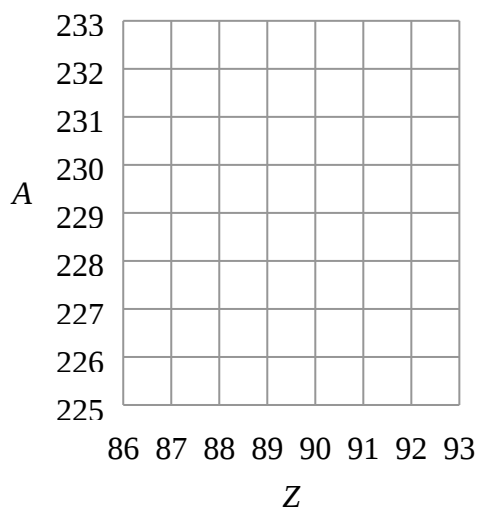
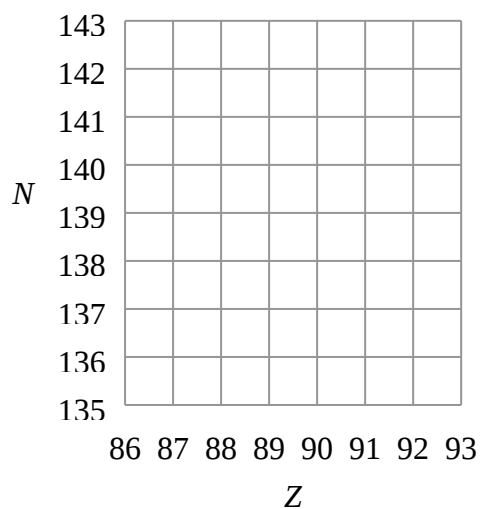
班別	班號	姓名	得分
----	----	----	----

[原子物理學.2.5]

已知 ${}^{232}_{90}\text{Th}$ 會發生 α -衰變。衰變後的子核 X 會進一步發生 β -衰變。



以下兩圖用以表示原子核的中子數目 N 跟原子序 Z 的對比及質量數 A 跟原子序 Z 的對比。分別在兩圖中標示 Th、X 和 Y。



班別

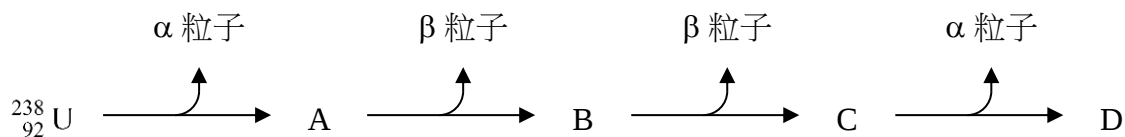
班號

姓名

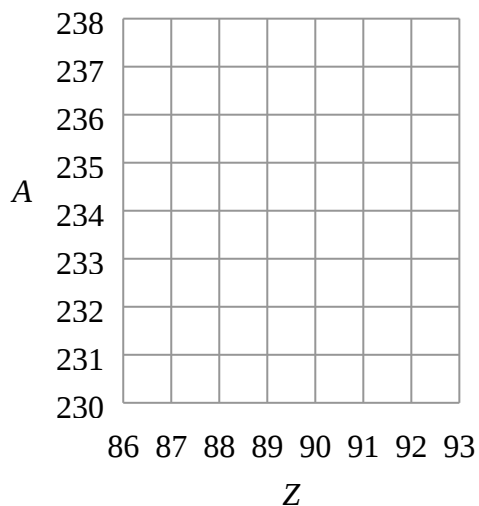
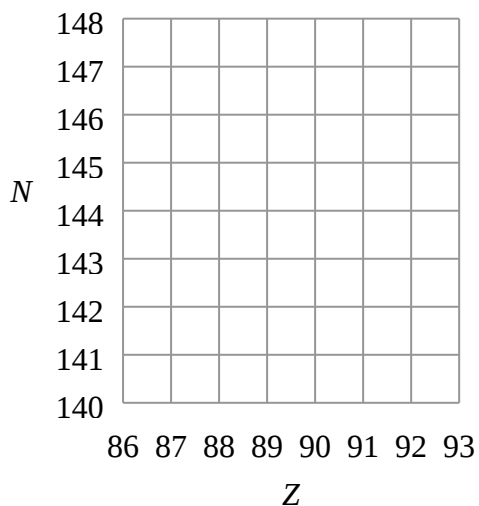
得分

[原子物理學.2.6]

已知 ${}_{92}^{238}\text{U}$ 會出現一連串的衰變：



以下兩圖用以表示原子核的中子數目 N 跟原子序 Z 的對比及質量數 A 跟原子序 Z 的對比。分別在兩圖中標示 U、A、B、C 和 D。



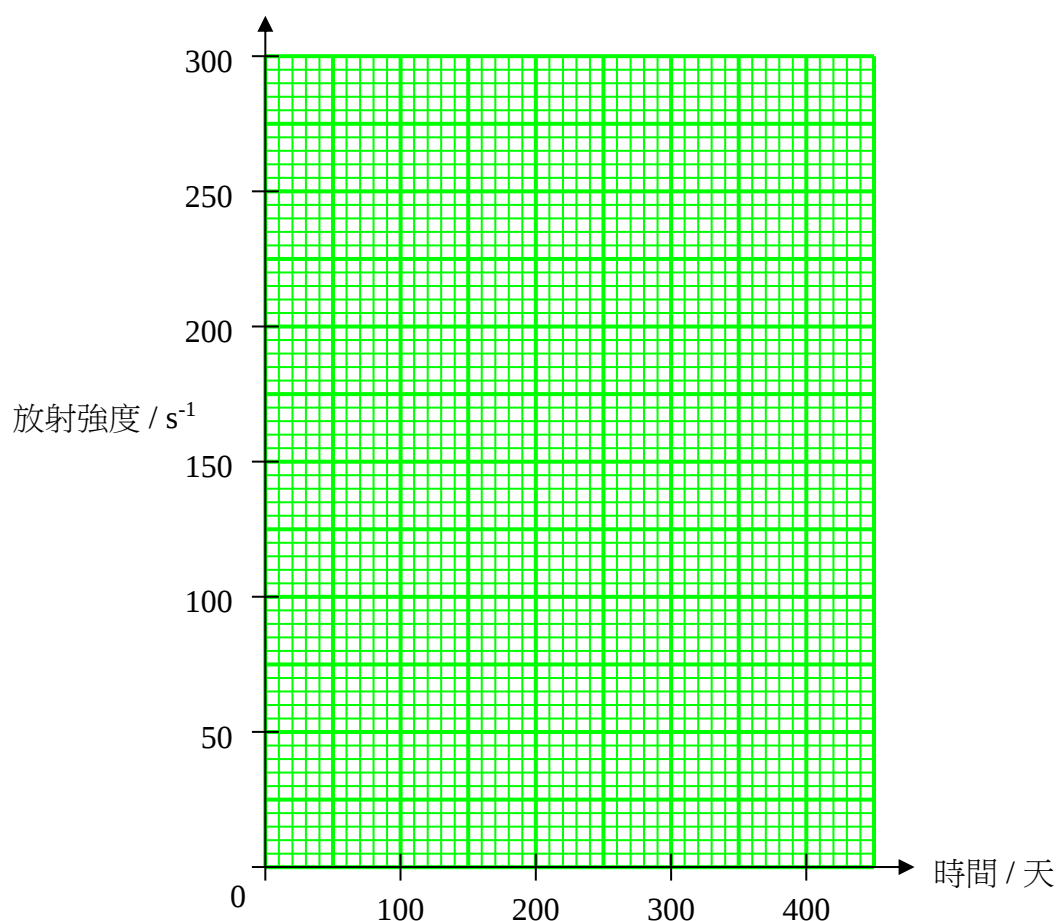
班別	班號	姓名	得分
----	----	----	----

[原子物理學.2.7]

把蓋革-彌勒管放在一個 β 放射源前，蓋革-彌勒管連接到計數器。每 50 天讀出一次放射強度。結果如下：

時間 / 天	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450
放射強度 / s^{-1}	275	150	88	56	40	33	30	27	25	25

(a) 在下圖中繪畫放射強度對時間的關係：



(b) 從上圖中讀出本底輻射的強度。指出兩個本底輻射的來源。

(c) 利用上圖估算 β -放射源的半衰期。

(d) 這種放射源是否適合用作醫學示蹤劑？為什麼？

班別	班號	姓名	得分
----	----	----	----

[原子物理學.2.8]

一些中六學生利用某種輻射檢測儀器量度 Ba-137m 樣本的輻射強度，並取得以下數據。

Ba-137m 半衰期 = 153 s

本底輻射 = 8 counts for 30 s

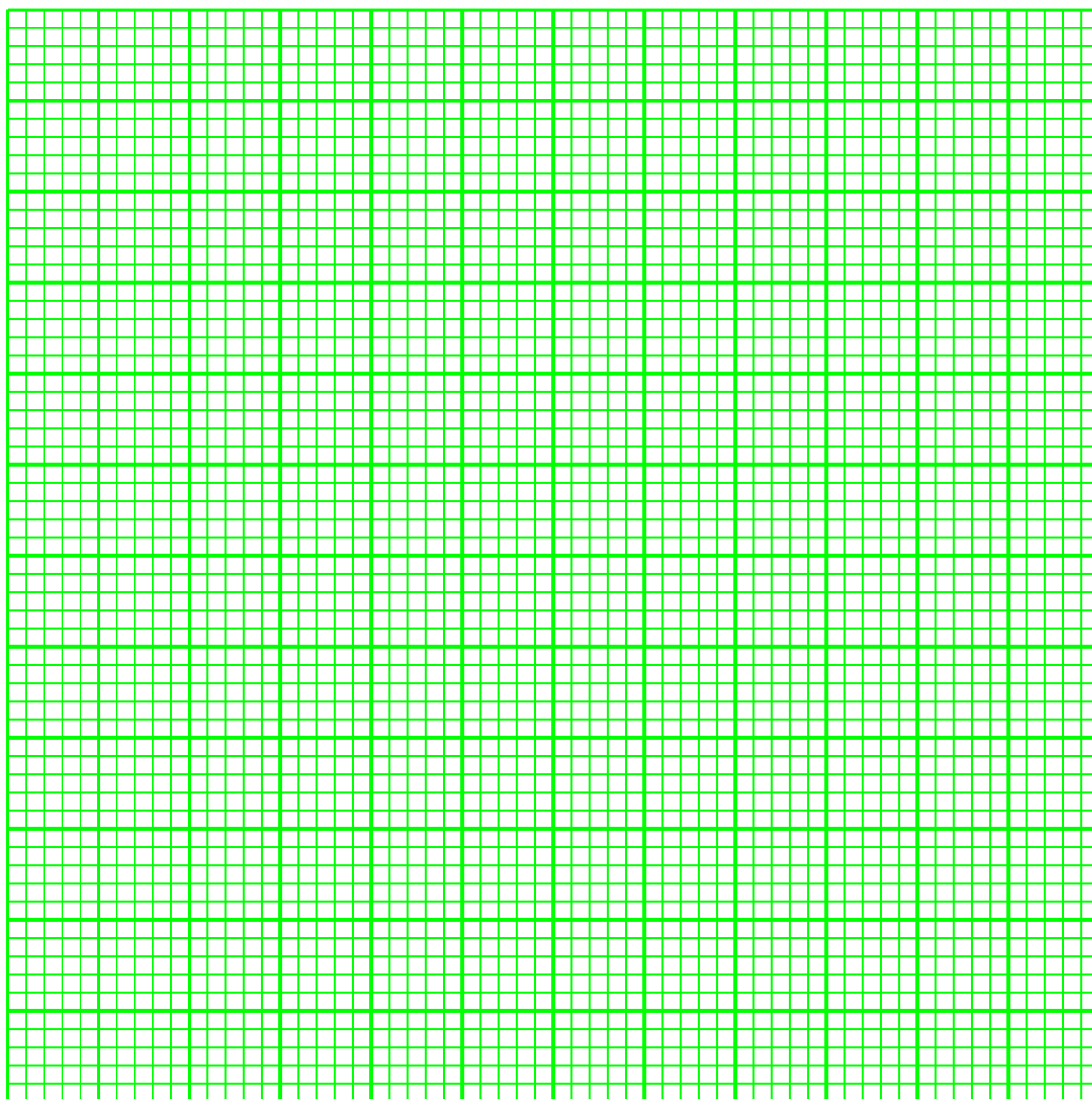
Time (s)	Counts for 30 s
0	2255
40	1818
80	1521
120	1274
160	1103
200	913
240	735

(a) 指出一種適合用於本實驗的輻射檢測儀器。

(b) 完成下表。

時間 / s	修正後的 Counts for 30 s	輻射強度 A / Bq	$\ln (A / \text{Bq})$
0			
40			
80			
120			
160			
200			
240			

- (c) 使用直軸 10 小格代表 1 及橫軸 5 小格代表 20 s 的比例，在附圖繪畫 $\ln(A/Bq)$ 對時間的關係線圖。



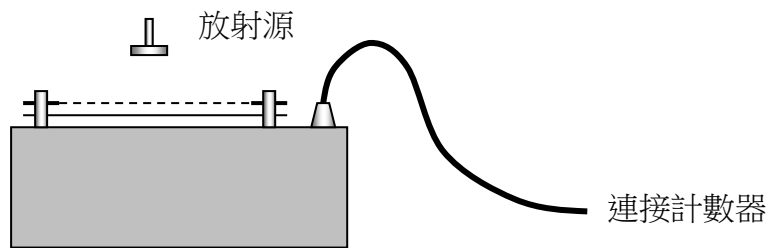
- (d) 利用所繪線圖求 Ba-137m 的衰變常數。

- (e) 利用 (d) 的結果求 Ba-137m 的半衰期。

班別	班號	姓名	得分
----	----	----	----

[原子物理學.2.9]

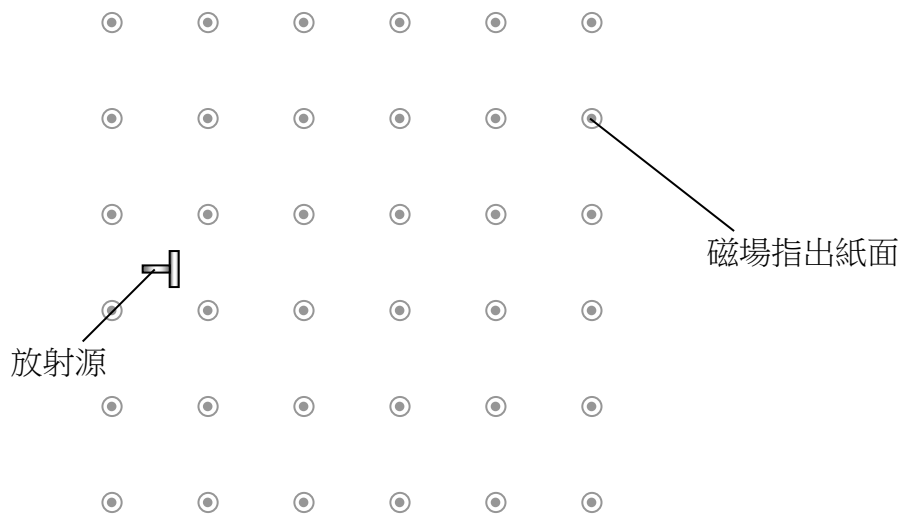
把一個會放出多種輻射，並且半衰期很長的衰變放射源放置在火花計數器上固定的高度。火花會不規則地在正負極之間發生。



然後把不同的阻隔物料的板塊放在放射源和火花計數器之間，每次放入一種阻隔物。計數器錄得的火花發生的頻率如下：

放在放射源和火花計數器之間的阻隔物	火花發生的頻率 / 次每分鐘
沒有放入任何板塊	743
一張卡紙	522
5 mm 厚鉛板	19
25 cm 厚鉛板	19

- (a) 放射源會放出哪些輻射？
-
- (b) 本底輻射的強度有多大？寫出本底輻射的兩個來源。
-
- (c) 把該放射源放置在磁場中，如下圖所示。在圖中繪出放射源放出的輻射粒子的移動路徑。



班別	班號	姓名	得分
----	----	----	----

[原子物理學.2.10]

已知大氣中，碳-12 與碳-14 的數目的比大致固定為 $1 : 1.30 \times 10^{-12}$ 。我們知道碳-14 會發生 β -衰變，半衰期為 5600 年；而碳-12 則沒有放射性。

在一個古植物遺骸樣本中，我們發現碳-12 與碳-14 原子數目的比達到 $1 : 3.25 \times 10^{-13}$ 。

- (a) 為什麼我們可以假設活生的植物體內碳-12 與碳-14 數目的比與大氣中碳-12 與碳-14 數目的比是相同的？

- (b) 舉出一種適合用來量度樣本放射強度的儀器。

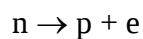
- (c) 估算該植物死去多久？

班別	班號	姓名	得分
----	----	----	----

[原子物理學.4.1]

本題請以 7 位有效數字作答。

β -衰變可粗略理解成中子「分裂」成一個電子和一個質子：



已知

質子的質量 = 1.00 727 6 u

中子的質量 = 1.00 866 5 u

電子的質量 = 0.00 054 9 u

(a) β -衰變過程中消失了多少質量（u 作為質量的單位）？

(b) 把 (a) 的答案轉換成以 kg 為單位。已知 $1 \text{ u} = 1.66 \text{ } 053 \text{ } 9 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 。

(c) 求每次 β -衰變放出的能量（以 J 為單位）。已知光速 $c = 299 \text{ } 792 \text{ } 500 \text{ m s}^{-1}$ 。

(d) 利用 $1 \text{ u} = 931.4936 \text{ MeV}$ ，再次計算 β -衰變過程中消失的質量，但以 MeV 為單位。
