



原子核物理学习题集

C. B. 斯卡奇科夫等著

高等教育出版社



原子核物理学習題集

C. B. 斯卡奇科夫 Л. B. 康斯坦丁諾夫 著
P. II. 斯特罗加諾娃 Л. H. 尤罗娃 Э. II. 托波尔科娃

刘 驥 譯

高等教育出版社

本書是根据苏联国立技术理論書籍出版社 (Гостехиздат) 出版的斯卡奇科夫 (С. В. Скачков)、康斯坦丁諾夫 (Л. В. Константинов)、斯特罗加諾娃 (Р. П. Строганова)、尤罗娃 (Л. Н. Юрова)、托波尔科娃 (Э. П. Топоркова) 著的“原子核物理學習題集” (Сборник Задач по Ядерной Физике) 1958 年版譯出的。原書經苏联高等教育部审定为高等学校教学参考書。

本書共有 418 个習題，差不多包括了原子核物理学各个方面的內容。本書不但是原子核物理專業學生的很好的参考書，也可供从事有关原子能、放射性同位素等工作的科学技术工作者参考。

譯者在翻譯过程中曾發現一部分答案不十分准确，这些答案后面都加有劍号“+”，以供讀者参考。

原子核物理學習題集

С. В. 斯卡奇科夫等著

刘驥譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺 7 号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第 054 号)

京華印書局印裝 新华書店發行

統一書号-13010·625 开本 $850 \times 1168^{1/8}$ 印張 $5 \frac{6}{16}$

字數 122,000 印數 0001—10000 定价 (6) 洋 0.65

1959 年 7 月第 1 版 1959 年 7 月北京第 1 次印刷

序

近年来,在苏联国民經济中日益广泛地应用着原子核物理学。原子能的和平利用,放射性同位素在工业、农业和医学中的应用,特別尖銳地提出了培养具有核物理学知識的干部的問題。在苏联的高等学校和大学中早已講授原子核物理学和它的專門化課程。但是学生只有在解决具体問題的基础上,对原子核物理学的学习才可能达到要求,这就碰到了在我們的書籍中缺少原子核物理学習題集的特殊困难。

本書的習題包括了課程大綱中应当包含的主要部分。習題集中材料安排的次序,基本上与原子核物理学教科書和教学参考書中所采取的相同。

为了解書中的習題,必須知道高等学校中的高等数学課程範圍內的微积分学、相应于大学物理系所学的原子物理学和原子核物理学課程、以及狹义相对論和量子力学基础。

在編写習題时,在有些習題中利用了苏联和外国杂志中發表过的原始著作。在这些習題中給出的是相应文献中所用的物理量的值,这些值并不一定符合它們的現代值。在其余習題中,都采用物理量和常量的最新值。

为了培养学生利用参考文献的習慣,在某些習題中沒有給出解題所必需的全部数据。这时为了找到必需的量(元素的同位素含量、放射性同位素的半衰期、放出的粒子的能量等等),可以利用書末的簡明参考資料,不过所編入的这些量只是在習題中要遇到的那些元素的。为了得到更詳細的資料,可以參考 И. П. 謝利諾夫 (Селинов): “原子核和核轉变”中的表, 馬塔赫 (Mattauch)

A-9367

和佛拉墨尔費德 (Flammersfeld): “同位素报告”(1949年)中的表, 西博(Seaborg): “同位素表”, 等等。关于原子質量的最新数据可参考尤佐 (Юзо): “核鍋爐內的中子研究”, 附录 II, 塞格勒 (Segré): “实验核物理学”, 第 638 頁(俄譯本)中。

对于这本習題集中各个習題的一切批評意見請寄到: 莫斯科, 基洛夫街 21 号, 莫斯科工程物理学院。

作 者

目 录

序	III
習題	1
第一章 稳定核	1
§ 1. 核的电荷、质量和半径·核的结合能	1
§ 2. 核的自旋和磁矩	6
§ 3. 核的壳层结构	7
第二章 放射性	7
§ 1. 放射性衰变的基本定律	7
§ 2. 统计起伏理论·泊松定律和高斯定律·记录带电粒子的方法(电离室、盖革-米勒计数管、核乳胶、闪烁计数管)	12
§ 3. 在放射性衰变中的能量和冲量守恒定律	17
§ 4. α 射线、 β 射线和 γ 射线	18
§ 5. 人为放射性·衰变的放射性产物的获得· β 蜕变链	24
第三章 射线与物质的相互作用	29
§ 1. 带电重粒子在物质中通过	30
§ 2. 电子在物质中通过	33
§ 3. γ 量子与物质的相互作用: 光电效应、康普顿效应、偶的形成	35
§ 4. 放射性射线的剂量测定	39
第四章 核反应和核裂变	40
§ 1. 在核反应中的能量、冲量和电荷的守恒定律	41
§ 2. 核反应的有效截面和产额·核的能级	44
§ 3. 核裂变	47
第五章 中子物理学	50
§ 1. 中子源和中子光学	50
§ 2. 快中子同核的相互作用	53
§ 3. 慢中子同核的相互作用	55
§ 4. 中子同物质的相互作用(减速)	58
§ 5. 热中子同物质的相互作用(扩散)	80

第六章 在高能量情况下的核相互作用·宇宙射线62

§ 1. 高能粒子·粒子的衰变62

§ 2. 宇宙射线在大气中通过66

第七章 粒子在电场和磁场中的运动·质谱仪、 β 谱仪·带电粒

子加速器70

§ 1. 带电粒子在电场和磁场中的运动·质谱仪、 β 谱仪70

§ 2. 带电粒子加速器73

解答79

附 录

I. 一些稳定同位素和放射性同位素的特性表149

II. 一些元素对于热中子的有效截面表154

III. 裂变元素的一些性质156

IV. 一些物质的密度、分子量和原子量156

V. 常数和转换系数·一些基本粒子的质量和寿命157

VI. 铀—镭系的放射性转变158

VII. 函数 $\theta(t) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^t e^{-z^2} dz$ 的值159VIII. α 粒子在空气中的射程对它的能量的依赖关系图线160

IX. 质子在空气中的射程对它的能量的依赖关系图线161

X. 电子在铝中的最大射程对 β 谱极限能量的依赖关系162XI. γ 射线在铝中和在铅中的线性吸收系数对它的能量的依赖关系图线163

XII. 宇宙射线的介子在物质中的电离损耗165

習 題

第 一 章

稳 定 核

§1. 核的电荷、質量和半徑 · 核的結合能

1. 鉬的標識倫琴射綫 $K\alpha_1$ 綫的波長等于 0.708 埃。試計算銀的倫琴譜 $K\alpha_1$ 綫的波長。

2. 在研究倫琴管的對陰極的標識譜時，測得 $K\alpha$ 綫和 $K\beta$ 綫的頻率差等于 1.015×10^{18} 秒⁻¹。試確定倫琴管的對陰極物質的原子序數。

3. 已知某種原子的 $K\alpha_1$ 綫和 $K\alpha_2$ 綫的波長是 $\lambda_1 = 388.99$ 和 $\lambda_2 = 384.43$ X 單位，試利用光譜項分裂的相對論公式來確定它的核的質量數。取 K 綫系的屏蔽系數等于 $\sigma_2 = 3.50$ 。

4. 假設原子的正電荷分布在它的全部體積內(湯姆遜模型)，試估計從鈾原子中飛出的 α 粒子所獲得的能量。在估計時，取鈾原子的半徑等于 10^{-8} 厘米，並且忽略原子中的電子的屏蔽作用。

5. RaC' 的 α 粒子($E_\alpha = 7.680$ 兆電子伏特)從金核旁飛過，其瞄准參數之值為 2×10^{-8} 厘米。試確定 α 粒子偏離起始運動方向的角。在怎樣的瞄准參數值時，散射角等于 1° ?

6. 鈾的 α 粒子($E_\alpha = 5.3$ 兆電子伏特)的平行細束綫垂直投射在鈾箔上，束綫的強度為 20000 粒子/秒，箔的厚度為 1 毫克/厘米²。為了觀察散射出來的 α 粒子，在與原束綫成 60° 角的方向上，安放了一個面積為 0.5 厘米² 的閃爍屏，屏與散射後的粒子運動方

向垂直,距原束綫射入鈾箔处 10 厘米。試求出在屏上每分鐘的閃光數。

7. 利用習題 6 的条件,按照盧瑟福公式,求出在 1 秒鐘內,在从 $\theta_1 = 50''$ 到 $\theta_2 = 1'$ 的角度範圍中散射出來的 α 粒子數。解釋你所得到的荒謬結果。

8. 在閃爍屏上記錄着在角度 $\theta_1 = 30^\circ$ 的方向上彈性散射出來的 α 粒子,1 小時內記錄了 7800 個散射出來的 α 粒子。當散射角為 $\theta_2 = 120^\circ$ 時,在同樣的屏上每小時將記錄多少個 α 粒子?

9. α 粒子在薄箔(厚度 $\sim 10^{-4}$ 厘米)上散射的實驗中,當用金箔代替銀箔時,記錄的以 θ 角散射出來的粒子數減少到 $1/2.84$ 。如果已知金的原子序數 ($Z=79$),試確定銀核的電荷。

10. 用鈾的 α 粒子細束綫來轟擊銅箔,射綫方向垂直於箔,箔的厚度為 1.5 毫克/厘米²。大約有全部粒子的 1%,其散射角 $\theta > 6^\circ$ 。試確定銅核的電荷。

11. 鈾所放出的 α 粒子以 30° 的角度投射在鋇板上。如果板的厚度是 10^{-4} 厘米,間被散射到 60° 到 90° 角範圍內的 α 粒子將占總數的多少?

12. 當用能量為 8.8 兆電子伏特的 ThC' 的 α 粒子轟擊鈾核時,肯定了 α 粒子的散射符合盧瑟福公式。試估計鈾核半徑的上限。

13. 試找出在原子核物理中所採用的能量單位(電子伏特、千電子伏特和兆電子伏特)和 CGSE 制中的能量單位之間的關係;確定相應於一個原子質量單位的能量(以兆電子伏特為單位);計算電子的靜止能量(以兆電子伏特為單位)。

14. 試按照原子量的物理標度求出氧的平均原子量;考慮到氧的天然混合物中的同位素成分,找出從原子量的化學標度到物理標度的轉換系數。

15. 試計算在核 H^2 、 He_2^4 、 Li^6 、 Be^9 、 O^{16} 、 Ar^{36} 、 Te^{123} 、 Hg^{200} 和 U^{238} 內一个核子平均占有的結合能 $\mathcal{E}$ ，并且用圖綫表示出 $\mathcal{E}$ 对于質量数 A 的依賴关系。試用氫單位来表示出上列原子的質量。为什么这样表示的重原子質量显著地不同于質量数 A ？采用物理氧單位(即氧原子 O_8^{16} 質量的 $1/16$ ，这个單位称为原子質量單位)有什么合理性？

16. 核 U^{235} 俘获热中子。試求核 U^{236} 的激發能

17. 試利用同位素 Ca^{40} 、 Ar^{36} 、 He^4 的已知質量的值，求出 α 粒子在 Ca_{40}^{40} 核內的結合能。

18. 在鈹核內一个核子所占有的結合能等于 6.45 兆电子伏特，而在氦核內等于 7.06 兆电子伏特。要把 Be_9^9 核分裂为两个 α 粒子和一个中子，必須耗費多少能量？

19. 試利用表中关于輕核的質量亏损的数据，計算 C_{12}^{12} 原子分裂为三个 He_2^4 原子所必須的能量。

20. 如果氖核內每个核子的結合能为 1.09 兆电子伏特，而氦核內为 7.06 兆电子伏特，問由两个氖核組成氦核时放出多少能量(以尔格为單位)？

21. 由氖組成 1 千克氦时放出多少千卡的热量。为了得到同样多的热量，需要燃燒多少碳(碳的卡值作为 7000 千卡/千克)？在这个热核反应中發出的热量可以把多少水从 $0^\circ C$ 加热到沸騰？

22. 試利用表內的中性原子質量值，求出在核 D_1^2 、 He_2^4 、 Li_3^7 和 C_{12}^{12} 內最后一个中子的結合能(以兆电子伏特为單位)。

23. 試估計 1 千克 Pu^{239} 完全裂变时放出的能量(以千卡为單位)。为了得到同样多的热量，需要燃燒多少碳(碳的卡值作为 7000 千卡/公斤)？在計算时假定比結合能(Удельная энергия связи)在裂变时平均改变 0.9 兆电子伏特。

24. 假定原子能發電站的效率等于 16.7%，試确定在一个功

率为 5000 瓩的原子能發電站中 U^{235} 一晝夜的消耗。在鈾核一次裂变中發出的能量作为 200 兆电子伏特。

25. 鈾的 α 粒子轟击鈹靶时發生貫穿本領很强的中性射綫，查德威克在研究这种射綫时得出：它在氦中产生最大能量为 5.7 兆电子伏特的反冲質子，而在氮中产生最大能量为 1.2 兆电子伏特的反冲离子。試应用能量和冲量的守恒定律，証明这种未知射綫不可能是 γ 射綫。

26. 查德威克为了消除解釋自己的实验的困难(見題 25)，他假定上面提到的未知射綫是中子流。如果認為中子与氦核和氮核的碰撞是彈性的，試由題 25 的数据求出中子的質量。

27. 在查德威克的关于氘核光致分裂的实验，是用具有能量 2.623 兆电子伏特的 ThC'' 的 γ 量子照射充滿威尔逊云室的氮和甲烷的混合气体，而甲烷中的一部分氮原子是已被氘原子代替了的。記錄下的光生質子的能量为 0.528 兆电子伏特。 γ 量子的冲量和質子与中子的質量之差忽略不計，試确定氘核的結合能。

28. 試利用題 27 的結果和从質譜仪所得到的氮分子与氘原子的質量差 $M_{H_2} - M_D = (1.53 \pm 0.04) \times 10^{-3}$ 原子質量單位，計算中子的質量。

29. 下面的半經驗公式(威茲沙克尔(Weizsäcker)公式)給出了中性原子的質量(原子質量單位)对于質量数 A 和元素的序数 Z 的依賴关系：

$$M(AZ) = ZM_H + (A-Z)m_n - \alpha A + BA^{2/3} + \frac{3}{5} \frac{e^2 Z^2}{r_0} A^{-1/3} + \gamma \frac{(A-2Z)^2}{A} + \delta(AZ),$$

式中 M_H 为氢原子的質量， m_n 为中子的質量， e 为基本电荷，

$$r_0 = 1.48 \times 10^{-13} \text{ 厘米},$$

$$\delta = \begin{cases} -0.036A^{-3/4}, & \text{对于偶数的 } Z \text{ 和 } A; \\ 0, & \text{对于奇数的 } A, \text{ 任意的 } Z; \\ +0.036A^{-3/4}, & \text{对于奇数的 } Z, \text{ 偶数的 } A. \end{cases}$$

a) 試利用稳定同位素 Au_{197}^{197} 存在的事实确定系数 γ 的可能值的界限。

b) 試利用已知的同位素 F_{19}^{19} 和 Ag_{109}^{109} 的質量确定系数 α 和 β 。

30. 試計算电荷为 Z 、質量数为 A 的球形核內質子相互作用的靜电能。在計算时假定質子均匀分布在半徑为 R 的球的体积中。

31. 試利用威茲沙克尔公式，計算原子 Cr_{24}^{24} 的質量。比較所得之值与由实验測得的該同位素的質量。

32. 試利用威茲沙克尔公式計算 U_{92}^{238} 核和 Ni_{28}^{60} 核的比結合能。

33. 試利用威茲沙克尔公式預言原子量为 20, 40, 80, 120 和 200 的, 对于 β^+ 和 β^- 衰变为稳定的元素。把結果同实验相比較。

34. β 放射性同位素 Te_{52}^{135} 放出什么粒子(正子或电子)? 試利用威茲沙克尔公式解决这个問題。

35. 試利用原子質量的公式，找出对于偶偶核裂变为两个相同的偶偶碎片, 在能量方面有利的条件。

36. 試确定两个鏡核 Cl_{17}^{35} 和 N_{13}^{13} 的結合能的差, 并且計算在这两个核內的質子間庫侖排斥能的差。試解釋为什么上述两个鏡核的結合能的差等于在核內的質子相互庫侖排斥能的差。在計算时取核的半徑等于 $R = 1.5 \times 10^{-13} A^{1/3}$ 厘米。

37. 如果認為鏡核偶 Si_{14}^{28} 、 P_{15}^{30} 和 N_{15}^{30} 、 O_{17}^{34} 的結合能的差只由質子的庫侖排斥能的差决定, 試确定核半徑, 并与按照公式 $R = 1.5 \times 10^{-13} A^{1/3}$ 計算得到的半徑相比較。

38. 如果核半徑按照公式 $R = 1.5 \times 10^{-13} A^{1/3}$ 確定，試估計核物質的密度 ρ 以及在核物質的單位體積內的核子數。

§ 2. 核的自旋和磁矩

39. 在 Cd^{111} 原子的 $^3P_0 \longleftrightarrow ^3S_1$ 躍遷中，能級 3P_0 沒有發現超精細分裂，而能級 3S_1 分裂為兩個次能級。試確定 Cd^{111} 核的機械矩。

40. 在數量級為 10^3 奧斯特的強磁場中， Na_{11}^{23} 的光譜項 $^2S_{1/2}$ 的兩個次能級中的每一個都分裂為四個成分，而在 Cs_{55}^{133} 的情況下分裂為八個成分。試確定這些核的自旋。

41. 已知質子的迴轉磁比率 $g_p = 5.578$ ，氘核的迴轉磁比率 $g_d = 0.856$ ，中子的迴轉磁比率 $g_n = -3.82$ ，試確定中子的自旋。質子的自旋為 $1/2$ ，氘核的自旋為 1 。中子和質子在氘核內的軌道矩為零。 $l=1$ 的狀態可以不考慮。

附注 在解題時利用朗吉(Lande)公式。

42. 如果核的自旋量子數等於 I ，試找出核磁矩 (μ 核磁子) 繞強度為 H 奧斯特的“強”磁場方向進動的循環頻率 ω_0 。試計算自由質子和自由電子在強度為 1000 奧斯特的磁場中的拉莫進動頻率。

43. 在用磁共振法測定質子和氘核的迴轉磁比率的實驗中確定：處於迴轉矩為零的基態的分子 HD 中，當恒磁場的強度為 945 奧斯特，交變磁場的頻率為 4.000 兆赫芝時觀察到質子的共振；對於氘核，相應的量為 3700 奧斯特和 2.419 兆赫芝。如果知道質子和氘核的自旋量子數分別為 $1/2$ 和 1 ，試確定質子和氘核的磁矩（以核磁子作單位），並且找出質子和氘核的迴轉磁比率。

44. 在用磁共振法測定中子磁矩的實驗中，當恒磁場的強度為 $H = 6823$ 奧斯特和交變磁場的頻率為 19.90 兆赫芝時，觀察到

共振。如果已知中子的自旋等于 $1/2$ ，而且已知磁矩方向与自旋方向相反，試計算中子的磁矩(以核磁子為單位)。

45. 試確定核子(質子、中子)、 π 介子、 Be_4^9 核、 B_5^{11} 核和 O_8^{16} 核的同位旋 T 及其投影 τ 的大小。

46. 某些核具有電四極矩，這表示電荷的分布與球形分布有偏差。為了確定起見，假定核的形狀是一個具有半軸 c (在核的自旋方向) 和 a (垂直於核自旋的方向) 的迴轉橢球。核 Ta_{81}^{181} 具有四極矩 $Q = +6 \times 10^{-24}$ 厘米²，這是最大的四極矩值之一。試計算它的比值 c/a ，並以此來估計它偏離球形的程度。

§ 3. 核的壳層結構

47. 根據核的壳層模型來計算 Li_3^7 、 N_7^{15} 、 Al_{13}^{27} 、 Sc_{21}^{45} 、 Sr_{38}^{88} 和 Tl_{81}^{203} 諸核在基態時的自旋。確定這些核的基態波函數的字稱。把所得之值同實驗數據相比較。

48. 已知核 Be_4^9 的磁矩是 -1.177 核磁子。試根據核的壳層結構模型來確定它的自旋，並說明它的壳層填充方案。

49. 核 N_7^{15} 在基態時有自旋 $I = \frac{1}{2}$ ，試估計它的磁矩。在計算時假定核的磁矩由奇數核子決定。把得到的值同實驗值 ($\mu = -0.283$ 核磁子單位) 相比較。

第二章

放 射 性

§ 1. 放射性衰變的基本定律

50. 如果已知放射性同位素 Co_{57}^{57} 的原子數在一小時內減少

了 3.8%，衰变产物是非放射性的，试确定此同位素的衰变常数。

51. 如果已知同位素 Br_{35}^{82} 的放射性在 5 小时后减弱了 9.7%，衰变产物是稳定同位素 Kr_{36}^{82} ，试确定它的平均寿命 τ 和半衰期 T 。

52. 同位素 Lu_{71}^{176} 放出 β^- 粒子。在带有总效率为 8.3% 的计数管的装置中，从 296 毫克重的 Lu_2O_3 标本得到 34 脉冲/分，本底已经校正。如果镧的同位素组成是： Lu_{71}^{175} （稳定同位素）占 97.5%， Lu_{71}^{176} 占 2.5%，试确定同位素 Lu_{71}^{176} 的半衰期。

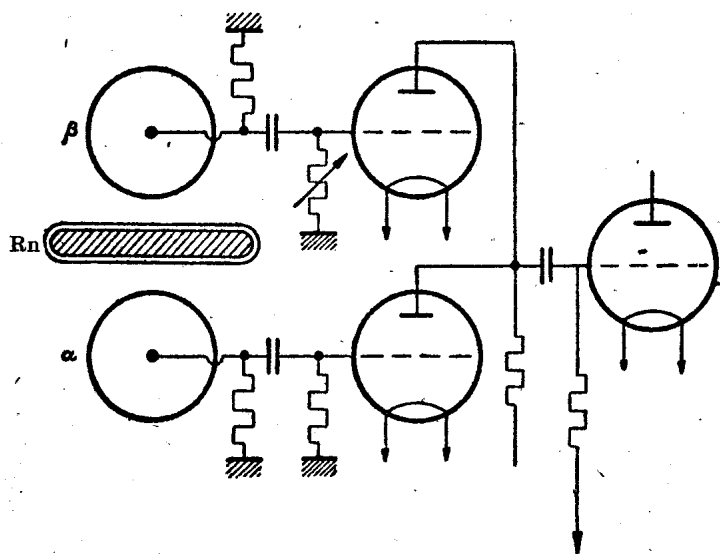


圖 1.

53. 为了测定短寿命的 RaC' 的半衰期，把一个充氡的薄壁安瓿放置在一个 α 计数管和一个 β 计数管之间，这两个计数管接入符合线路（图 1）。为了减少机遇符合次数， α 计数管在正比状态中工作。

α 计数器的电子管栅极上的脉冲有效时间为 6×10^{-6} 秒。 β

計數器的電子管柵極上的脈衝時間 τ_B 改變的範圍很廣。當 $\tau_B = 13.2 \times 10^{-5}$ 秒時， α - β 符合計數率為 $n = 48.6$ 次/分。從 $\tau_B = 120 \times 10^{-5}$ 秒和更大的 τ_B 開始， n 實際上達到了飽和值 $n_{\text{最大}} = 109.8$ 次/分。試估計 RaC' 的半衰期。

54. 當用延遲符合法^①研究 μ 介子的衰變時，在時間 0—2 微秒內記錄了 200 次衰變，而在時間 0—6 微秒內記錄了 310 次衰變。假定衰變遵從指數定律，試計算 μ 介子的平均壽命，並且指出結果的精確度。

55. 為了測定 π 介子的平均壽命，利用以能量為 380 兆電子伏特的 α 粒子轟擊鈹靶而得到的 π 介子束。 π 介子束在強度為 15 000 奧斯特的磁場中描畫 $\frac{1}{2}$ 圈或 $1\frac{1}{2}$ 圈螺旋綫後，被核乳膠板記錄。在 180° 處，在乳膠板的 1 厘米² 面積內記錄了 276 個 π 介子徑迹，而在 540° 處記錄了 48 個 π 介子徑迹。考慮到 π 介子束在磁力綫方向的离散（在橫的方向，在 180° 處和 540° 處都有聚焦），試估計 π 介子的平均壽命。 π 介子的質量可作為 $m_\pi = 276m_e$ 。

56. 在畫下放射性同位素衰變的微分曲綫時，最初瞬間的計數率等於 450 脈衝/分。試確定經過了同位素半衰期一半的時間後的計數率。

57. 當 1 微克同位素 P_{15}^{32} 衰變時，在一晝夜中放出多少個 β 粒子？

58. 一病人內服 600 毫克 Na_2HPO_4 ，其中包含放射性為 1500 微居里的 P^{32} 。在第一晝夜後排出的放射性有 540 微居里，而在第二晝夜後排出 71.9 微居里（測量是在采集放射性物質後立即進行的）。試計算病人服用兩晝夜後，尚存留於體內的磷的百分數。

① 延遲符合法是這樣：它記錄從 μ 介子停止的瞬間到計數管組放電之間的時間，此計數管組是用來記錄 μ 介子衰變後生成的帶電粒子的。

59. 1 克 U^{238} 在一秒鐘內發射出 1.24×10^4 个 α 粒子。試确定同位素 U^{238} 的半衰期和标本的放射性强度(以居里为單位)。

60. 一克鐳(不考虑衰变产物)在一年內产生 0.043 厘米³ 的标准状态的氦。試計算阿伏伽德罗常数。

61. П. Е. 斯皮瓦克(Спивак)用下述实验来研究中子的 β 衰变。中子在球形真空室內衰变, 中子衰变时發生的質子被强电场吸引, 通过用柵網封盖的、真空室中央电极的窗子和把計数管工作体积与真空室隔离开的火棉胶薄膜, 进入正比計数管内。实验的条件和得到的結果如下: а) 在真空室有效体积內的中子数等于 4410, 这些中子供給进入球形电极窗子的質子; б) 两个柵網(球形的和平面的, 有火棉胶复盖)对于質子的总穿透率为 0.7; в) 質子計数率为 180 脉冲/分。根据这些条件和結果, 試計算中子的半衰期。

62. 能量为 0.025 电子伏特的中子穿过电离室, 如果中子在电离室內通过的平均路程長度是 8 厘米, 試利用習題 61 的解答, 計算在电离室內衰变的中子占总数的若干?

63. 化学純的鐳标本, 在与它的一切衰变产物达成平衡以后, 标本的 α 放射性增加到几倍?

64. RaD 标本与它的一切衰变产物达成了平衡, 并且每秒放出 2×10^{12} 个 β 粒子, 試計算 RaD, RaE 和釷的重量。

65. 鐳标本在制成的瞬間由 8.53 克化学純的 $RaBr_2$ 組成, 間制成两个月后, 在鐳源中每秒發生多少次 β 衰变? $RaBr_2$ 的分子量等于 385.88。

66. 在一安瓿內装入了 200 毫居里的氦, 一年后把安瓿打破。如果安瓿的內表面积大約是 6 厘米², 試估計从安瓿內壁 1 厘米² 表面上每秒發射到外部空間的 α 粒子个数。

67. 在鈾矿中的 U^{238} 原子数与 Pb^{206} 原子数的比值等于 2.785。假定全部 Pb^{206} 都是由放射性而来(即是鈾系衰变的最后