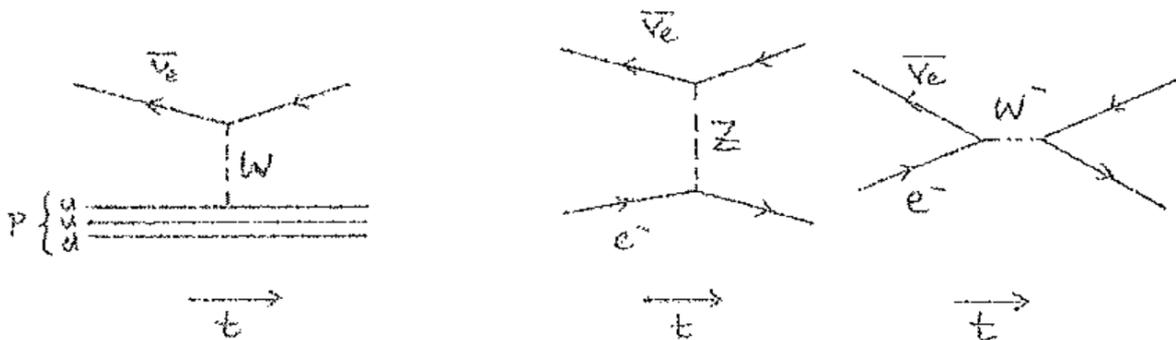


**Kerne und Neutrinos**

**(20 Punkte)**

- a) Skizzieren Sie den Bereich stabiler Atomkerne in der Nuklidebene (Protonenzahl  $Z$  gegen Neutronenzahl  $N$ ). Begründen Sie, warum für schwere Kerne der Bereich stabiler Nuklide bei  $N > Z$  liegt. **(2 Punkte)**
- b) Geben Sie für die Zerfallsgleichung für einen Kern  ${}^A_ZX$  für  $\alpha$ -,  $\beta^+$ - und  $\beta^-$ -Zerfall an und zeichnen Sie für jeden dieser Zerfallstypen exemplarisch einen Übergang in die Nuklidebene ein. Geben Sie an, in welchen Bereichen der Nuklidebene die jeweiligen Zerfälle erfolgen können. **(4 Punkte)**
- c) Geben Sie die Gleichung für den Zerfall des Neutrons an und skizzieren Sie das Energiespektrum der aus Neutronzerfällen kommenden Elektronen. Erläutern Sie kurz, warum es ein kontinuierliches Spektrum ist. Berechnen Sie die kinetische Energie des Elektrons im Neutron-Ruhesystem für den Fall, dass das Proton im Endzustand in diesem System keinen Impuls trägt.  
*Hinweis:* Nehmen Sie das Neutrino für diese Rechnung als masselos an; berücksichtigen Sie, dass eine relativistische Rechnung notwendig ist. **(5 Punkte)**
- d) Diskutieren Sie kurz qualitativ, wie sich eine von Null verschiedene Ruhemasse des Neutrinos auf die kinetische Energie des Elektrons und das Elektron-Energiespektrum der vorhergehenden Teilaufgabe c) auswirken würde. **(2 Punkte)**
- e) Nennen Sie kurz, welcher Kernprozess dominant in der Sonne bzw. in Kernkraftwerken abläuft. Begründen Sie damit, warum in der Sonne Elektron-Neutrinos ( $\nu_e$ ) und in Kernkraftwerken Elektron-Anti-Neutrinos ( $\bar{\nu}_e$ ) entstehen. **(3 Punkte)**
- f) Elektron-Anti-Neutrinos aus Kernkraftwerken können in Reaktionen nachgewiesen werden, bei denen ein Teil der Neutrinoenergie auf Elektronen oder Positronen übertragen wird. Diese Reaktionen werden durch folgende (unvollständige) Feynman-Graphen beschrieben:



Ergänzen Sie in diesen Feynman-Graphen die auslaufenden Teilchen und geben Sie an, um welche Reaktionen es sich jeweils handelt. **(4 Punkte)**