

**Teilaufgabe 1:****Spektrallinien des Wasserstoffatoms****(20 Punkte)**

- a) Die Balmer Serie des H-Atoms besteht aus den Spektrallinien der elektronischen Übergänge zwischen dem Niveau  $n = 2$  und den höheren Niveaus. Berechnen Sie die Wellenlänge der langwelligsten Spektrallinie dieser Serie sowie die der hochenergetischen Grenze der Serie. Benennen Sie den jeweiligen Spektralbereich!  
(3 Punkte)
- b) Für die Wasserstoffisotope Deuterium ( ${}^2_1D$ ) und Tritium ( ${}^3_1T$ ) ergibt sich relativ zu  ${}^1H$  eine geringe isotopspezifische Frequenzverschiebung  $\Delta\nu$  für jede Spektrallinie. Benennen Sie die physikalische Ursache!  
(1 Punkt)
- c) Zeigen Sie, dass für die reduzierte Masse  $\mu$  von Elektron (Masse  $m_e$ ) und Kern (Masse  $M_k$ ) gilt  $\frac{\mu}{m_e} = \left(1 + \frac{m_e}{M_k}\right)^{-1}$ . Bestimmen Sie hiermit die relative Frequenzverschiebung  $\Delta\nu/\nu$ , die sich für jede Spektrallinie von  ${}^3_1T$  relativ zur entsprechenden Linie von  ${}^1H$  ergibt!  
(4 Punkte)
- d) Benennen Sie für die möglichen Elektronenzustände im Niveau  $n = 2$  alle zugehörigen Quantenzahlen sowie ihre möglichen Werte und bestimmen Sie hieraus die Anzahl der Zustände in diesem Niveau!  
(4 Punkte)
- e) Geben Sie mit Begründung an, aus welchen Zuständen des Niveaus  $n = 2$  Dipolübergänge in das Niveau  $n = 1$  bzw. in  $n = 4$  erlaubt sind! Verwenden Sie hierbei die Zustandsbezeichnungen s, p, d, f.  
(3 Punkte)
- f) Die im Experiment beobachteten Spektrallinien haben eine endliche Linienbreite. Nennen Sie hierfür drei Ursachen!  
(3 Punkte)
- g) Beim H-Atom haben alle Elektronenzustände in einer Schale die gleiche Energie. Bei anderen Atomen ist dies nicht der Fall. Geben Sie einen Grund für diesen Unterschied an! Der Elektronenspin soll hierbei nicht berücksichtigt werden.  
(2 Punkte)

**Fortsetzung nächste Seite!**