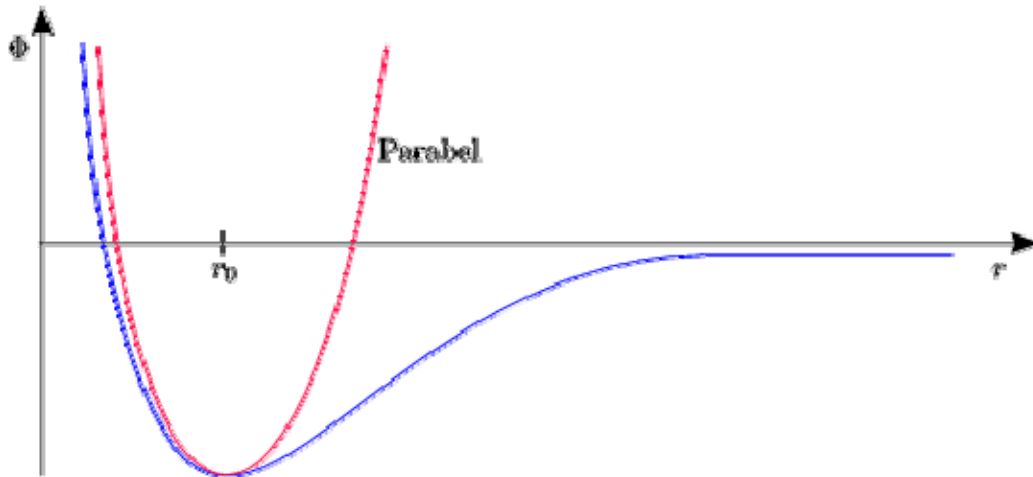


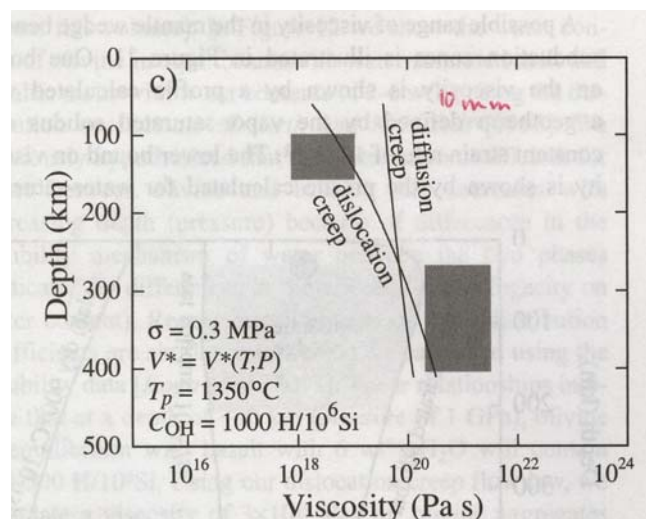
1. In der Abbildung sind zwei schematische Gitterpotentiale wiedergegeben, die den Energiezustand (potentielle Energie) eines Atoms (Moleküls) im Gitter als Funktion seiner Position wiedergeben. Was ist qualitativ  $r_0$ ? Welche der beiden Kurven beschreibt die harmonische und welche die anharmonische Näherung? Welche Näherung ergibt keine thermische Ausdehnung?



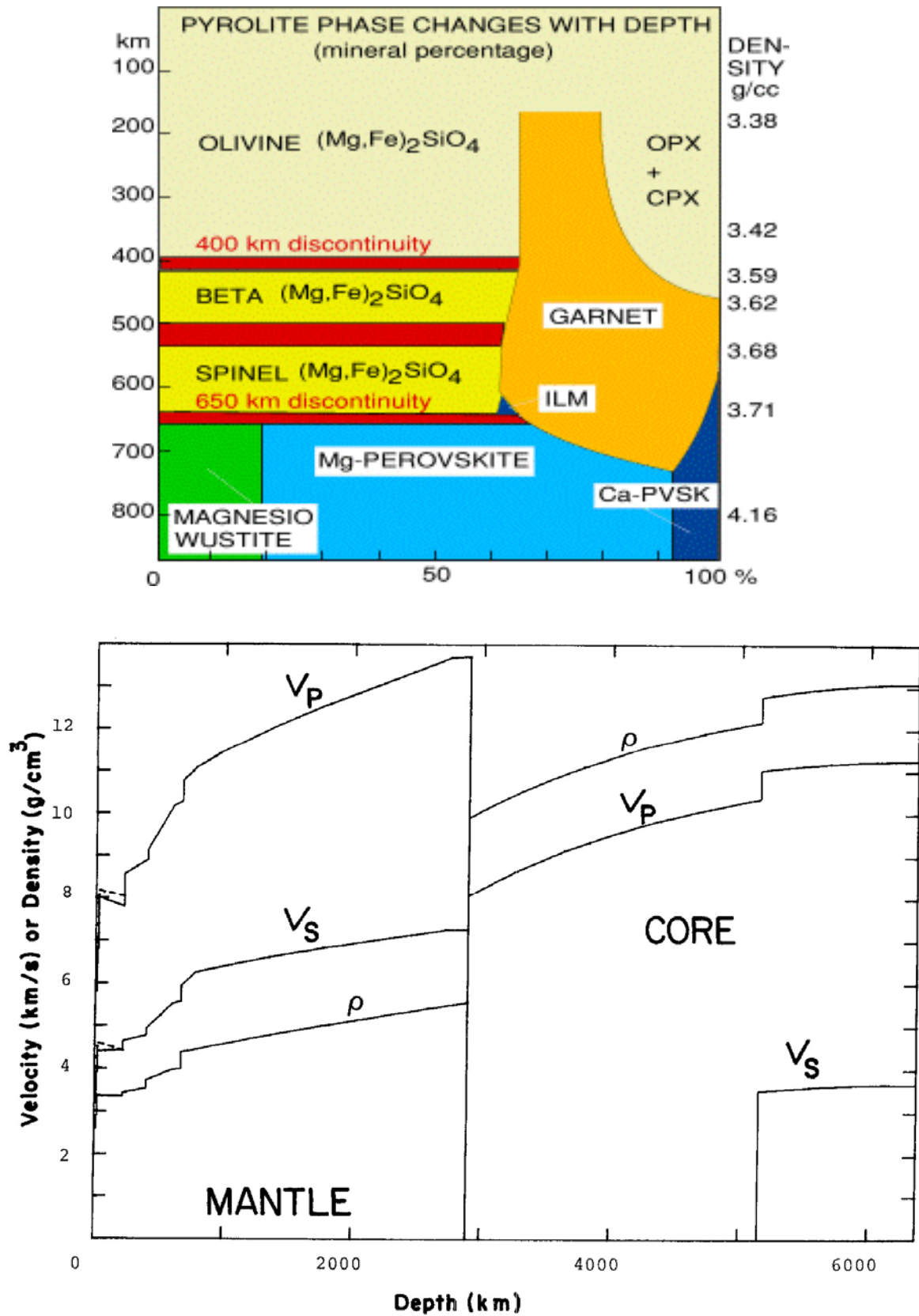
2. Wir haben Defekte nach Ihrer Dimensionalität unterschieden. Welche „null-, ein- und zwei-dimensionalen“ Defekte kennen Sie? Welche thermodynamische Stabilität besitzen diese?
3. Wie lautet das als Orowan-Gleichung bekannte mikromechanische Fließgesetz? Benennen Sie die auftauchenden Größen.
4. Zeigen Sie kurz, dass die von Karato und Mitarbeitern eingeführten dimensionslosen Parameter  $R_{s/p} = \partial \ln v_s / \partial \ln v_p$  und  $R_{\rho/s} = \partial \ln \rho / \partial \ln v_s$  kompakte Schreibweisen für die Verhältnisse der **relativen** Änderungen der entsprechenden Größen sind. Die isotherme Kompressibilität ist als  $\beta = -\frac{1}{V} \frac{\partial V}{\partial p}$  definiert. Schreiben Sie sie zum einen auch in der kompakten Form wie oben und zum anderen formuliert durch Dichteänderungen. Wie verhält Sie sich zum Kompressionsmodul?
5. Wie stehen die in petrologischen Experimenten bestimmten Phasenübergänge von Peridotiten (hypothetisch: pyrolite) im Zusammenhang mit der gängigen Interpretation der seismologisch beobachteten Geschwindigkeitssprünge im oberen Mantel bzw. der Übergangszone? Was verursacht den Geschwindigkeitsanstieg zwischen den Sprüngen?
6. Was muss vorliegen, damit ein Volumenelement Auftrieb gegenüber seiner Umgebung erfährt? Welche zwei Faktoren kontrollieren die Dichte von Mantelgesteinen? Wie groß muß der Dichteunterschied eines „plumes“ gegenüber normalem Mantel sein, damit er bei einem Durchmesser von ca 100 km mit einer den horizontalen Plattengeschwindigkeiten vergleichbaren Geschwindigkeit  $v$  aufsteigt? Schätzen Sie die dem Auftrieb entgegenwirkende Kraft durch Stoke'sche Reibung für eine Kugel ab ( $F_R = 6\pi r \eta v$ ). Suchen Sie (zur Not) in dieser Arbeit eine sinnvolle

Näherung für die Viskosität  $\eta$  des umgebenden Mantelgesteins. Wie groß sind Plattengeschwindigkeiten ...

7. Skizzieren Sie die Elemente der Kröger-Vink-Notation für ein zweiatomiges Kristall Ihrer Wahl an Hand einer Tabelle. Berücksichtigen Sie neben Leerstellen auch ein Fremdatom mit Valenz Ihrer Wahl.
8. Diffusionskoeffizienten stellen die Proportionalitätskonstante zwischen einem Fluss und einem Gradienten eines skalaren Felds dar. Wer fließt und welche Größe beschreibt das zugrunde liegende Feld? Wie bestimmt man aus einer Reihe von Messdaten  $D_{(p,T)}$  die Aktivierungsenergie und das Aktivierungsvolumen eines Diffusionsprozesses? (Denken Sie darüber nach, wie allgemein ein kinetischer Aktivierungsterm aussieht ...) Welches Aktivierungsvolumen ergibt in 150 km Tiefe dieselbe Größe für den Aktivierungsterm wie eine thermische Aktivierungsenergie von 350 kJ/mol? Schätzen Sie Druck (und Temperatur?) als Funktion der Tiefe sinnvoll ab!
9. Versetzungsdichten werden als Versetzungslinienlänge pro Volumeneinheit angegeben. Man kann sich die Dichte aber auch als die Zahl der Versetzungen vorstellen, die man in einem zweidimensionalen Querschnitt (z.B. bei transmissionselektronenmikroskopischen Untersuchungen) findet. Wie viele Versetzungen findet man durchschnittlich bei Versetzungsdichten von  $10^{12} \text{ m}^{-2}$  und  $10^{15} \text{ m}^{-2}$  in Körnern mit einem Durchmesser von 1 nm, 1  $\mu\text{m}$  und 1 mm?  
Nanokristalline Materialien sind augenblicklich in aller Munde. Insbesondere Ihre extrem hohe Festigkeit eröffnet ganz neue Anwendungsmöglichkeiten. Wie passt eine hohe Festigkeit mit Ihren Ergebnissen zusammen? (überlegen Sie, was das Vorhandensein oder Fehlen von Versetzungen für das Verformungsverhalten bedeutet ...)
10. Die untenstehende Abbildung aus Hirth&Kohlstedt [2003] stellt die Extrapolation von experimentell ermittelten Fließgesetzen für Olivin-Aggregate zu Mantelbedingungen und geologisch relevanten Verformungsraten dar. Welche Verformungsrate wurde hier als geologisch relevant angenommen? (benutzen Sie einfach die Definition der Viskosität ...) Welcher Deformationsmechanismus dominiert nach diesem Diagramm in welcher Tiefe? (überlegen Sie ob der Mechanismus dominant ist, der die niedrigere oder der der die höhere Viskosität vorhersagt, ...)



Können Sie das gebrauchen?  $\Delta F = \Delta \rho V g$



**FIGURE 3-1**

The Preliminary Reference Earth Model (PREM). The model is anisotropic in the upper 220 km, as shown in Figure 3-3. Dashed lines are the horizontal components of the seismic velocity (after Dziewonski and Anderson, 1981).