

Soru Takımı #3

Sismoloji

Teslim Tarihi: 10 Ekim, Cuma Günü

1. Snell Yasası

Sismik dalga kaynağı olarak dinamit kullanarak bir sismik deney yapıyorsunuz. Snell yasasını kullanarak, düşeyden 45° ve 30° 'lik açılar yaparak kaynağı terk eden iki ışın için ışın çığrılarını çizin. Her iki ışın yatay olarak katmanlı bir kabuğu enine geçmektedir. Üstteki katman 4 km/s 'lik bir P dalga hızına ve 10 km 'lik bir kalınlığa sahiptir. Takip eden katman ise 20 km kalınlıklı olup, 6 km/s 'lik P dalga hızına sahiptir. En derin katman ise 5 km kalınlığa ve 7 km/s P-dalga hızına sahiptir. Hassas olun ve iletkeni kullanın!

2. Mantodaki ışın yolları

P, PKP ve PKiKP çığrılarının Lehman 139. sayfa, şekil 7 ve 141. sayfa şekil 3'de gösterilen şekle neden sahip olduğunu bir iki paragrafta açık bir şekilde izah ediniz. Aynı dağıtılan 142. sayfadaki şekil 5'de gösterilen hız-derinlik diyagramını kullanmak isteyeceksiniz. (PcP, PP ve PKiKP fazlarını ihmal ediniz).

3. Sismolojiden çekirdek yarıçapı ve sismik hızlar

Merkür ve Mars'a gelecek seferleri tasarlamak için atandınız. MIT'deki lisans öğrenimi sırasında sismolojinin önemini öğrenmiş olduğunuzdan, gezegen yüzeylerini kaplayan yoğun bir sismometre ağını oluşturmaya karar veriyorsunuz. Berekat versin ki şu andaki sismometreler yalnızca 0.25 km ağırlığında ve uzay mekiğinden yüzeye bırakılabilir nitelikte ve bu da planı gerçekleştirilebilir yapmaktadır). Sismometrelerin kurulmasından itibaren ilk yıl içinde veriler gelmeye başladığında, hızlı bir veri indirilmesi yaparak aşağıdaki parametreleri saptıyorsunuz.

	Vp (manto)	Vp (Çekirdek)	Çekirdek yarıçapı	Gezegen yarıçapı
Merkür	8 km/s	6 km/s	1800 km	2440 km
Mars	10 km/s	11 km/s	1200 km	3400 km

a) Mars

b) Merkür için

P ve PKP dalgalarının hareket zamanlarını diyagramlara aktarınız.

Düşey ekseninde zamanı saniye cinsinden, yatay ekseninde ise Δ 'yı 0° 'den 150° 'ye kadar gösteriniz. Bu sonuçlar gezegen içlerinin durumları hakkında nelere işaret etmektedir?

4. Gezegen mantolarındaki faz geçişleri

Olivinden spinel üzerinden perovskit'e geçiş Yeryuvarı'nda $410\text{-}660 \text{ km}$ derinlik aralığında gerçekleşmektedir. Bunların en önemlisi ve sonuncusu 660 km 'deki

perovskit dönüşümdür. Bu takriben 24 GPa'lık basınca ($=24 \cdot 10^9$ Pa) karşılık gelmektedir. Eğer bu dönüşüm başlıca basıncın bir işlevi ise Mars ve Ay içerisinde bu basınçlara hangi derinliklerde ulaşılacağını hesaplayınız. Bu dönüşüm Ay'da gerçekleşecek midir? Bu her iki gezegen kütlesi içinde olası perovskit varlığı hakkında neye ima etmektedir?

	Yarıçap (km)	Ortalama yoğunluk (kg/m ³)	Ortalama çekirdek yarıçapı (km)
Mars	3400	3930	1200 km?
Ay	1740	3350	400 km?

Örtü dolayısıyla basıncın $\rho \cdot g$ 'nin derinlik üzerinden entegraline denk olduğunu hatırlamanız gerekecektir. Ayrıca, g 'nin bir gezegen içinde derinlikle ya da radyal mesafe ile değişmiş olduğunu anımsamalısınız: $g = M_{iç}G/r^2 = (4\pi/3)\rho Gr$. Burada r , gezegenin merkezinden g 'nin ölçülmüş olduğu noktaya olan uzaklıktır. $M_{iç}$ ise r 'ye eşit veya daha az ışımsal uzaklıklı malzemenin kütlesidir. Basitleştirmek için, her bir gezegenin ortalama yoğunluğuna denk bir yoğunluk kullanın. (Bu çekirdeğin mantodan daha yoğun olmasından ötürü doğru değildir. Ancak hesaplamayı daha kolaylaştırmaktadır).

5. Hata Fonksiyonu

Ders notlarında olduğu gibi hata fonksiyonunun ısı akısı denkleminde bir çözüm oluşturduğumu gösteriniz.

6. Isı iletimi (termal konduksiyon) ve litosfer kalınlığı

Merkür'e yapılan uzay yolculuğu sonucunda Merkür'deki toplam litosfer kalınlığının 50 km olduğu bilgisi elde ediliyor.

- Merkür mantosunun ısısal iletkenliğinin yeryuvarı mantosununkine (10^{-6} m²/sn) benzer olduğunu ve litosferin 1500 °C'lik sıcaklıktaki mantodan iletkenlikle soğuma sonucunda oluştuğunu kabullenerek, Merkür litosferinin yaşını ısı akısı denkleminin çözümü için hata fonksiyonunu kullanarak hesaplayınız.
- Altı ay sonra, Merkür yüzeyinin izotopik yaşlandırması yapıp, yüzeyin yaşının 4 milyar yıl olduğu sonucu elde ediliyor. Açıkça, litosferin yaşı hakkında yanılıyorsunuz (eğer a seçeneğindeki soruyu doğru olarak çözmüş iseniz). Bu iki bilgiyi birbiriyle nasıl barışık hale getirirsiniz?