

Tentamen: Miljö och Matematisk Modellering (MVE346) för TM Åk 3, klockan 08.30-12.30 den 9:e Oktober, 2020

Tentamen består av fem frågor och svaren lämnas in för respektive uppgift i Canvas. Ni ska alltså göra fem inlämningar, en för varje uppgift. För uppgifter som kräver en numerisk lösning så skriv ned ditt svar och lösningsgång, dvs hur du gick till väga för att lösa uppgiften (använd helst inte programkod, men om ni gör så måste den vara transparent och tydligt kommenterad). Lägg till eventuella grafer eller illustrationer och spara svaren som separata pdf-filer eller word-filer (eventuella figurer kan sparas som separata bildfiler om de inte går att klistra in i pdf- eller word-filen). Skicka även med eventuella matlab-filer (dessa beaktas bara vid tveksamma fall och ingår i regel inte i rättningen). Namnge svarsfilerna med dina initialer och vilken fråga det gäller (ex: DJ Fråga1). Skriv även ditt namn någonstans i varje fil.

För att kunna få delpoäng vid felaktigt svar krävs att man beskriver lösningsansatsen, delsteg (exempelvis m.h.a. "pseudokod" dvs konceptuell implementeringsbeskrivning) och att man resonerar om de erhållna resultaten, är de rimliga m.m. För uppgifter som kräver analytiska lösningar kan ni välja att antingen skriva dessa på datorn eller för hand och skanna in dessa.

Betygsgränser: 12 p för 3:a, 16p för 4:a, 20p för 5:a. Max är 24p.

Lärarkontakt under tentamen: Daniel Johansson nås via Zoom och/eller via 031-772 2816.

Fråga 1 – Populationsdynamik

Consider the following system of equations that represents dynamics of a predator(y) and its prey (x) through the Lotka-Volterra equations:

$$\frac{dx}{dt} = a \cdot x - b \cdot x \cdot y$$

$$\frac{dy}{dt} = -c \cdot y + d \cdot x \cdot y$$

where the parameters are $a = 0.2$, $b = 0.9$, $c = 0.5$ and $d = 0.4$. The initial populations are $x(0) = 0.5$, and $y(0) = 0.2$.

- Plot the population dynamics of the two species as a function of time. (2p)
- Now assume that you start introducing more predators into this ecosystem at a rate of $q \cdot y$ per unit time. An increase in the density of predators also increases the competition between them which decreases their population at the rate of $0.25 \cdot q \cdot y^2$. This new system is represented by the following equations:

$$\frac{dx}{dt} = a \cdot x - b \cdot x \cdot y$$

$$\frac{dy}{dt} = -c \cdot y + d \cdot x \cdot y + q \cdot y \cdot (1 - 0.25y)$$

Plot the population dynamics for $q=0.2$ and $q=0.5$. How is the dynamics different in two cases? (3p)

- What happens if you increase q further? What does this imply for management of species in real ecosystems? (1p)

Fråga 2 – Energisystem

Uppskattningarna för den framtida ekonomiska potentialen för bioenergi skiljer sig mycket åt mellan olika uppskattningar. Förklara kortfattat fyra skäl till att uppskattningarna skiljer sig så mycket åt. (4p)

Fråga 3 – Hållbar utveckling

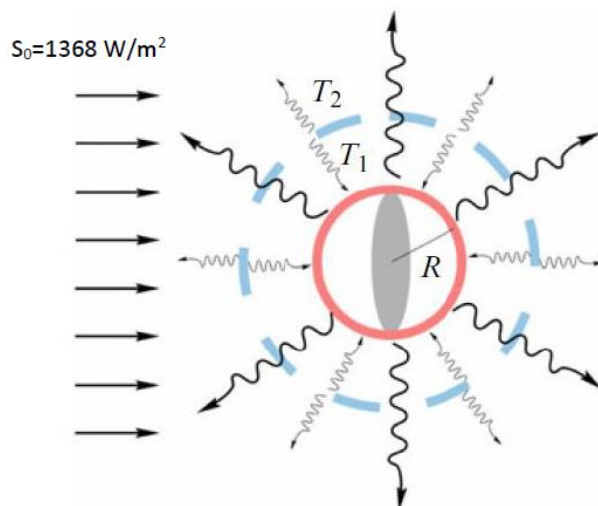
- I kursen ingår det en beskrivning av tre begränsningar för en hållbar användning av naturens resurser och tjänster. Visa att du har förstått dessa begränsningar genom att beskriva dem samt genom att motivera vilka av dessa begränsningar som ger det största motivet till att återvinna metaller respektive papper. (3p)
- Beskriv de tre olika huvudstrategierna för dematerialisering samt förklara dem genom ett relevanta exempel för var och en av dem för hur de skulle kunna tillämpas för att få en mer hållbar transportsektor. (3p)

Fråga 4 – Policy och styrmedel

- Beskriv och förklara motiveringen till varför staten bör påverka den fria marknaden genom politiska styrmedel under vissa förutsättningar (beskriv både det övergripande konceptet och tre specifika fall). (2p)
- Beskriv försiktighetsprincipen och nyttomaximeringsprincipen. Hur kan dessa två principer tas om hand i designen av en matematisk modell av klimatsystemet och/eller energisystemet? (2p)

Fråga 5 – Klimat

Anta att jordytan är en svartkropp för den strålning som inte reflekteras och att den homogena atmosfären är transparent för kortvågig solstrålning, men att atmosfären beter sig som en grå kropp, med emissiviteten $\epsilon=0.7$, för långvågig värmestrålning. Jordytan har en albedo $\alpha=0.3$ för inkommande solstrålning. R i figuren nedan representerar jordens radie och vi antar att den är 6.37 km. Jorden har yttemperatur (T_1) och atmosfärstemperatur (T_2), S_0 är solarkonstanten.



Ställ upp ett uttryck för och beräkna jordens yttemperatur (T_1) och atmosfärstemperatur (T_2) i jämvikt utifrån en enkel energibalansmodell enligt ovan. Använd Stefan Boltzmanns lag, där Stefan-Boltzmanns konstant $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$. (4 poäng)