

## 08.07, Сутрин – IPhO 2022

**Задача 1.** (IPhO2022-1) Постоянни магнити.

**Задача 2.** (IPhO2022-3A) Спагети.

---

### Допълнителни задачи от СИ:

**Задача 1.** (IPhO2022-2) Телескопът „Джеймс Веб“. Задача с няколко несвързани части. Коментари:

- Част **A** е основна задача върху телескопи. Ако така ще ви е по-лесно, може да замените огледалния телескоп (рефлектор) с еквивалентен лещов (рефрактор), където лещата има същите диаметър и фокусно разстояние. Образите на безкрайно далечни тела се получават във фокалната равнина, където е и поставена CCD камерата.
- Част **B** изпитва върху правилното събиране на грешки (т.е. в квадратура). Останалото е само алгебра и работа с графики – но бъдете много внимателни с логаритмичния мащаб!
- Част **C** за мен има неразбираемо условие и още по-неразбираемо решение. Това е усложнен вариант на класическата задача за топлинни екрани и ви подканям да запишете каквито уравнения можете, след което да проверите колко точки ви се полагат по критериите. Напомням, че излъчвателната способност  $\varepsilon$  на тяло винаги е равна на поглъщателната способност (закон на Кирхоф, вж. Zhou T2-e7).
- Част **D** е хубава задача върху термодинамика на реален газ. Запазващата се величина при процес на Джаул-Томсън може да се изведе със стандартната стратегия за газови потоци. По-нататък в **D3** и **D4** се иска университетски подход, за който ще дам несвързан пример. Тъй като свободната енергия на Гибс е  $G \equiv U - TS + pV$ , промяната ѝ спрямо промяната на други термодинамични променливи се описва с

$$\begin{aligned}dG &= dU - (TdS + SdT) + (pdV + Vdp), \\dG &= (TdS - pdV) - (TdS + SdT) + (pdV + Vdp), \\dG &= -SdT + Vdp.\end{aligned}$$

Виждаме, че ако процесът протичаше при постоянно налягане ( $dp = 0$ ),  $-S$  има смисъл на темпа на промяна на  $G$  с  $T$ . Ако пък процесът беше изотермен ( $dT = 0$ ),  $V$  има смисъл на темпа на промяна на  $G$  с  $p$ . Това може да се запише като

$$S = \left. \frac{\partial G}{\partial T} \right|_{p=\text{const}}, \quad V = \left. \frac{\partial G}{\partial p} \right|_{T=\text{const}}.$$

Изглежда много подозрително, но е вярно, и то за всякакъв газ! Може да извеждате такива зависимости и за всеки друг от основните термодинамични потенциали (вътрешна енергия  $U$ , енталпия  $H = U + pV$ , свободна енергия на Хелмхолц  $F = U - TS$ ).