

## Problema $k$ - Este congelatorul etanș?-Barem

- Înainte de a deschide congelatorul, tratând aerul ca un gaz ideal:  $p_0V = \nu RT$ , unde  $p_0$  este presiunea atmosferică,  $V$  volumul congelatorului,  $T$  temperatura menținută în congelator. **1p**
- La deschiderea ușii, o cantitate  $f\nu$  ( $f < 1$ ) de aer din congelator ce ocupa un volum  $fV$  este înlocuită de o cantitate  $\nu'$  de aer ambient ocupând același volum  $fV$ ;  $\nu' = p_0fV/RT_0$ , unde  $T_0$  este temperatura exterioară. **1p**
- La stabilirea echilibrului termic  $pV = [(1-f)\nu + \nu']RT$ , unde  $p$  este noua presiune din interiorul congelatorului. **1p**
- Înlocuind, se obține  $p = p_0[1 - f(1 - T/T_0)]$ . **1p**
- Diferența de presiune dintre interiorul congelatorului și mediul ambiant este  $\Delta p = p_0 - p = fp_0(1 - T/T_0)$ . **1p**
- Forța exercitată la capătul ușii necesară pentru a învinge diferența de presiune este  $F = \frac{1}{2}S\Delta p = \frac{1}{2}fSp_0(1 - T/T_0)$ , unde  $S$  este suprafața ușii congelatorului. **1p**
- Cu valori standard pentru dimensiunea liniară a congelatorului de ordinul  $\ell = 0.5m$ , avem  $S = 0.25m^2$ . Temperatura standard menținută în interiorul congelatorului este  $T = 253K$ , iar cea ambiantă  $T_0 = 293K$ . Rezulta ca forța este  $F \approx f \cdot 1700N$ , corespunzând unei mase  $m \approx f \cdot 170kg$ . Chiar și pentru valori nereale de mici pentru fracția de aer înlocuit  $f = 0.2$ , a deschide congelatorul rezulta a fi la fel de greu ca a ridica o masă extraordinar de mare  $m = 85kg$ . **1.5p**
- Intrucat în condiții de staționaritate forța necesară pentru a deschide ușa congelatorului este neglijabilă în comparație cu cea calculată mai sus, presupunerea de etanșitate este greșită, presiunea internă egalizându-se în timp cu cea externă. Calculul de mai sus este totuși valid la o scară de timp mult mai mică decât cea corespunzătoare egalizării presiunilor: ușa congelatorului este foarte greu de deschis de două ori la rând. **1.5p**
- Oficiu **1p**