I. megoldás. Kis áramlási sebességeknél a gázok az összenyomhatatlan folyadékokhoz hasonlóan viselkednek. Jó közelítéssel (kb. 10% pontossággal) érvényes rájuk a kiömlési törvény, amely szerint p nyomáskülönbségnél a kiáramlási sebesség

$$v=\sqrt{\frac{2p}{\varrho}}=\sqrt{\frac{2RT}{M}},$$

ami állandó hőmérsékleten állandó. (M a gáz móltömegét jelöli.)

Kis Δt idő alatt az A keresztmetszetű lyukon keresztül $\Delta V=\Delta t\cdot v\cdot A$ térfogatú levegő hagyja el az űrhajót. Ez $\Delta n=\frac{p\Delta V}{RT}=\Delta t\cdot pA\sqrt{2}MRT$ anyagmennyiséget jelent mólokban kifejezve. A nyomás megváltozása

$$\Delta p=-\frac{\Delta n\, RT}{V}=-\Delta t\cdot p\,\frac{A}{V}\sqrt{\frac{2RT}{M}},$$

a negatív előjel a nyomás csökkenését jelzi. A $\Delta t\to 0$ határátmenetben ugyanolyan jellegű differenciálegyenletet kapunk, mint a radioaktív bomlás egyenlete:

$$\frac{dp}{dt}=-p\cdot\frac{A}{V}\sqrt{\frac{2RT}{M}}=-\lambda p.$$

Az egyenlet megoldása:

$$p(t)=p_0e^{-\lambda t},$$

ahol p_0 a nyomás kezdeti értéke. A nyomás

$$t_{1/2}=\frac{\ln 2}{\lambda}=\ln 2\cdot\frac{V}{A}\sqrt{\frac{M}{2RT}}$$

idő alatt csökken a felére.

II. megoldás. Ha a lyuk mérete jóval kisebb, mint a molekulák szabad úthossza (ami normál állapotú gázra kb. 10^{-5} cm), akkor csak azok a molekulák jutnak rajta keresztül, amelyek sebessége éppen ehhez megfelelő. Durva megfontolás alapján azt mondhatjuk, hogy a részecskék harmadrésze mozog a lyukas falra merőlegesen, hatodrésze a fal felé. Így Δt idő alatt

$$\frac{1}{6}\cdot\frac{N}{V}\,A\,\overline{v}\,\Delta t$$

részecske jut el a lyukhoz ($\overline{v}$ az átlagsebesség). Ez a gondolatmenet nem veszi figyelembe a részecskék sebesség szerinti eloszlását; a pontos számítás az

$$\frac{1}{4}\cdot\frac{N}{V}\,A\,\overline{v}\,\Delta t$$

eredményt adja. T hőmérsékleten az átlagsebesség[1]

$$\overline{v}=\sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}.$$

A nyomás megváltozása Δt idő alatt

$$\Delta p=-\Delta t\cdot p\,\frac{A}{V}\sqrt{\frac{RT}{2\pi M}},\quad \text{innen}\quad t_{1/2}=\frac{\ln 2}{\lambda}=\ln 2\cdot\frac{V}{A}\sqrt{\frac{2\pi M}{RT}},$$

$2\sqrt{\pi}$-szer nagyobb, mint az előző (más körülmények között érvényes) megoldás eredménye. () *Több dolgozat alapján*

Megjegyzés. A nagyságrendek érzékeltetése kedvéért tanulságos kiszámítani, hogy mennyi idő alatt esik a nyomás az eredeti érték felére, ha $V=100\ \mathrm{m}^3$, $A=1\ \mathrm{mm}^2$ és T a szobahőmérséklet. Az eredmény: 50 óra. () *(G. P.)*

[1] A *Négyjegyű függvénytáblázat* képlete hibás, a sebesség négyzetének átlaga nem egyezik meg az átlagsebesség négyzetével.