

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Український фізико-математичний ліцей Київського національного
університету імені Тараса Шевченка
XXIV Всеукраїнська учнівська Інтернет-олімпіада з фізики
2024/2025 навчального року
I (заочний) етап II тур
9 клас

4. «Безсенсовий камін»

Уявіть собі камін, який не віддає жодного тепла в кімнату, в якій він знаходиться, хоча в ньому й спалюється вугілля. Висота теплоізованої від навколишнього середовища труби димаря каміна дорівнює h .

Уважайте, що:

- при спаленні вугілля (який складається лише з вуглецю) єдиними наслідками процесу є утворення вуглекислого газу та віддача тепла повітрю, що підіймається по трубі;
- при проходженні повітря через полум'я в хімічній реакції задіюється лише відсоткова (за масою) частина β від всієї кількості кисню в повітрі (масова частка кисню в повітрі складає $\delta = 23\%$). Значення β є відомим і набагато меншим за 100%, тож склад повітря майже не змінюється;

- швидкість повітря в трубі каміна всюди однакова та описується наступним виразом:

$$V = \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}, \text{ де } \Delta p \text{ – різниця тисків на вході в камін зі сторони кімнати перед полум'ям та}$$

в димарі каміна в його нижній точці, ρ – густина повітря в трубі димаря;

- повітря в димарі однорідне, має майже однакову густину та температуру в будь-якій точці. Питому теплоємність повітря вважайте відомою c_p . Площа поперечного перерізу труби димаря рівна S ;

- температури навколишнього середовища та кімнати однакові та рівні T_0 (камін явно не справляється зі своїми обов'язками), а температура повітря в гарно прогрітому димоході T_h . Зв'язок між температурою повітря та його густиною наближено можна описати формулою $\rho = \frac{\gamma}{T}$, де γ – відомий коефіцієнт.

- Питома теплота згоряння вугілля q та будь-які необхідні маси атомів хімічних елементів та молекул відомі.

Знайдіть, **яка маса вугілля** спалюється за одиницю часу.