

ОБЛАСНА ОЛІМПАДА З ФІЗИКИ – 2017
9 КЛАС (ТЕОРЕТИЧНИЙ ТУР)

Задача 1. Автомобіль на ділянці розгону довжиною $L = 5$ м рухався із середньою швидкістю $\langle v \rangle = 5$ м/с. Швидкість руху на кожному метрі шляху була постійною і вдвічі більшою ніж на попередньому метрі. Знайдіть швидкість з якою він проїхав перший метр шляху.

Розв'язок:

Позначимо довжину відрізків постійної швидкості $L_0 = 1$ м, а швидкість на першому відрізку – v_0 . Знайдемо час, за який автомобіль здолав ділянку розгону:

$$t = \frac{L_0}{v_0} + \frac{L_0}{2v_0} + \frac{L_0}{4v_0} + \frac{L_0}{8v_0} + \frac{L_0}{16v_0} = \frac{31L_0}{16v_0}.$$

Середня швидкість руху на ділянці розгону:

$$\langle v \rangle = \frac{L}{t} = v_0 \frac{16L}{31L_0}.$$

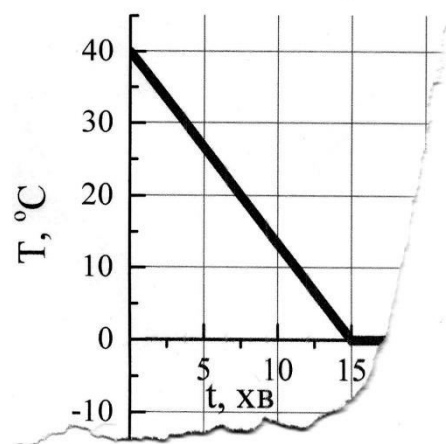
Звідки

$$v_0 = \langle v \rangle \frac{31L_0}{16L} \approx 1,94 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Відповідь: перший метр шляху автомобіль проїхав зі швидкістю 1,94 м/с.

Задача 3. Воду у тонкостінній металевій посудині в морозну погоду винесли у двір і розпочали вимірювання температури стінки посудини. Вимірювання тривало протягом $t = 45$ хв. Через певний час після досліду частину експериментальних даних було втрачено.

Вважаючи, що протягом досліду посудина з водою втрачала однакову кількість теплоти за одиницю часу, відновіть весь графік залежності температури від часу за його частиною, що збереглася (див. рис.). Питома теплоємність льоду $C_{\text{л}} = 2200$ Дж/(кг·К), питома теплота плавлення льоду $\lambda = 300$ кДж/кг, питома теплоємність води $C_{\text{в}} = 4300$ Дж/(кг·К).



Розв'язок:

Введемо позначення m – маса води (льоду); P – потужність теплових втрат (кількість теплоти, яку втрачає посудина з водою за секунду); Δt – проміжок часу; ΔT – діапазон зміни температури.

Як видно з рисунка за час $\Delta t_1 = 15$ хв = 900 с посудина з водою охолодилась від 40°C до 0°C ($\Delta T_1 = 40$ К). Знехтувавши теплоємністю посудини знайдемо яка за цей проміжок часу була втрачена кількість теплоти:

$$C_{\text{в}} \cdot m \cdot \Delta T_1 = P \cdot \Delta t_1,$$

звідки

$$\frac{P}{m} = \frac{C_{\text{в}} \cdot \Delta T_1}{\Delta t_1} \approx 191,1 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}.$$

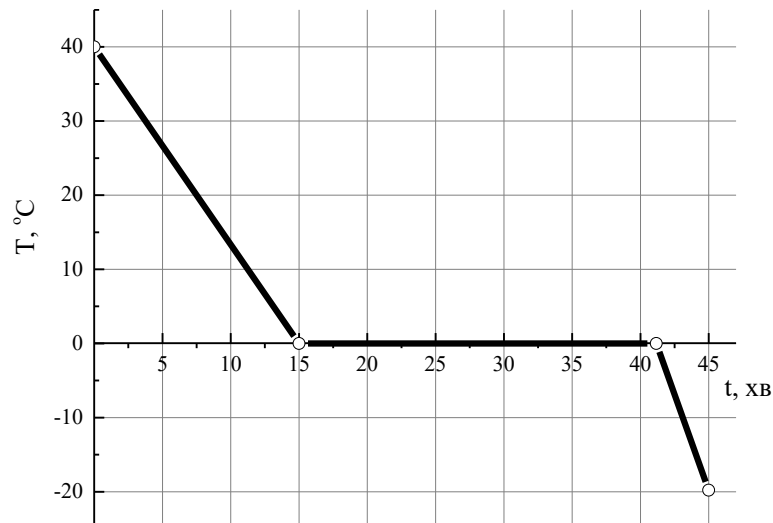
Наступний процес – замерзання води. Знайдемо тривалість замерзання усієї води.

$$\lambda \cdot m = P \cdot \Delta t_2,$$
$$\Delta t_2 = \lambda \frac{m}{P} \approx 1570 \text{ с} \approx 26,2 \text{ хв}.$$

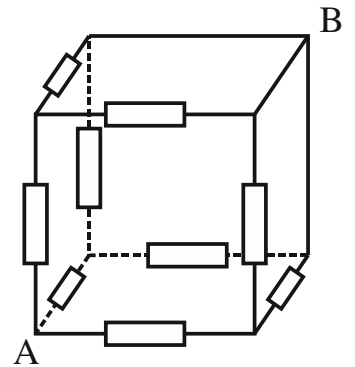
Цей час разом із тривалістю етапу охолодження води укладається в задану умовою задачі тривалість досліду і залишається ще $\Delta t_3 = 45$ хв – $\Delta t_1 - \Delta t_2 = 3,8$ хв на охолодження льоду. Знайдемо на скільки градусів за цей час охолодиться лід:

$$C_{\text{л}} \cdot m \cdot \Delta T_3 = P \cdot \Delta t_3,$$
$$\Delta T_3 = \frac{P \Delta t_3}{m C_{\text{л}}} \approx 19,8 \text{ К}.$$

Використовуючи розраховані параметри охолодження посудини з водою (льодом) будемо графік.



Задача 5. Знайдіть опір між вершинами A і B куба із резисторів і провідників (див. рис.). Опір усіх резисторів становить 1 кОм. Опір провідників малий.



Вершини C, D і E у схемі є еквівалентними. З'єднаємо їх провідниками (рис.1). Це не змінить опору між вершинами A і B, оскільки у разі прикладання до них напруги струм через додані провідники текти не буде. Тоді еквівалентна схема матиме вигляд як на рис. 2.

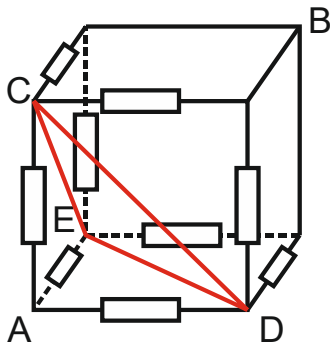


Рис. 1

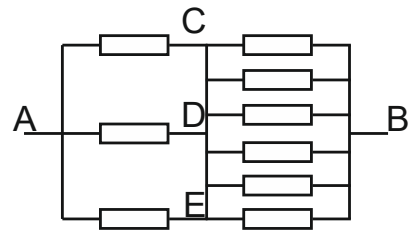


Рис. 2

Звідки шуканий опір становитиме $R_{AB} = (1/3 + 1/6)R = R/2 = 500 \text{ Ом}$.

Відповідь: опір між вершинами A і B становить 500 Ом.