

1 10 6	Матеріальна точка здійснює прямолінійний нерівномірний рух. Виберіть правильну відповідь: графік руху (залежність координати від часу) може:	а
	а) мати форму параболи	
	б) бути вертикальною прямою	
	в) бути горизонтальною прямою	
	г) бути замкнутою лінією	

За умови координата матеріальної точки (тіло) залежить від часу. Тому відповіді б і в відпадають. Відповідь г відпадає, оскільки тіло не може перебувати в один момент часу в двох точках простору. Відповідь а вірна і описує рух з незмінним прискоренням  $a_x$

$$x = \frac{1}{2} a_x t^2 + v_{0x} t + x_0,$$

де  $v_{0x}$  - початкова швидкість,  $x_0$  – початкова координата.

2 15 6	Точкове тіло падає на землю з висоти 80 м. Яку відстань пролетить воно протягом останньої секунди падіння, якщо нехтувати опором атмосфери і вважати $g = 10 \text{ м/с}^2$ ?	б
	а) 25 м	
	б) 35 м	
	в) 45 м	
	г) 50 м	

Початкова висота  $h = 80 \text{ м}$ . Час руху  $t_{\text{п}}$  знаходимо з формули  $h = \frac{1}{2} g t_{\text{п}}^2$ , що дає

$t_{\text{п}} = 4 \text{ с}$ . Відстань, пройдена тілом за останню секунду польоту

$$h_1 = h - \frac{1}{2} g (t_{\text{п}} - 1 \text{ с})^2 = 35 \text{ м}$$

3 10 6	На точкове тіло діють 3 сили в одній площині: $F_1 = 2 \text{ Н}$ , $F_2 = 4 \text{ Н}$ , $F_3 = 4 \text{ Н}$ . Кут між напрямом дії сил $F_1$ і $F_2$ складає $45^\circ$ , а між напрямом дії сил $F_2$ і $F_3$ – $90^\circ$ . Чому дорівнює рівнодіюча цих сил? Вказівка: спочатку додайте $F_2$ і $F_3$ .	в
	а) 10 Н	
	б) 8 Н	
	в) 6 Н	
	г) 4 Н	

Рівнодіюча  $F_{23}$  сил  $F_2$  і  $F_3$ , що взаємно перпендикулярні, знаходиться за правилом паралелограма і теоремою Піфагора  $F_{23} = \sqrt{F_2^2 + F_3^2}$ . Сила  $F_{23}$  буде перпендикулярною до  $F_1$  і тому рівнодіюча сила  $F$  дається формулою

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_{23}^2} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2} = 6 \text{ Н}$$

4 5 6	Тенісний м'ячик масою 150 г летить горизонтально зі швидкістю $v_1=12$ м/с. По ньому завдають удару ракеткою в горизонтальному напрямку протилежно до швидкості руху. Тривалість удару $\tau = 0,2$ с, його середня сила $F=15$ Н. Якою буде швидкість м'ячика відразу після удару? Вказівка: використайте II закон Ньютона у формі $\vec{F}\tau = m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)$	a
	а) 8 м/с	
	б) 10 м/с	
	в) 12 м/с	
г) 18 м/с		

Краще всього рівняння II закону Ньютона записати у проекції на вісь  $x$

$$F_x \tau = m(v_{2x} - v_{1x}).$$

Обираємо напрямок осі  $x$  за швидкістю  $v_1$ . Тоді відповідно до умови маємо

$$v_{1x} = v_1, \quad F_x = -F$$

і тому

$$v_{2x} = v_1 - F \frac{\tau}{m} = 12 - \frac{15 \cdot 0,2}{0,15} = -8(\text{м/с}).$$

Таким чином, швидкість м'яча після удару  $v_2 = 8$  м/с і він змінив свій напрямок польоту.

5 10 6	Чому дорівнює середньоквадратична швидкість молекул метану за температури $177^\circ\text{C}$ ? Значення молярної маси метану $M = 16$ г/моль, універсальна газова стала $R=8,31$ Дж/(К·моль).	B
	а) 155 м/с	
	б) 458 м/с	
	в) 837 м/с	
г) 1155 м/с		

Середньоквадратична швидкість при температурі  $T=(177+273)\text{K}=450\text{K}$  дається формулою

$$v_{\text{кв}} = \sqrt{3RT/M} = \sqrt{3 \cdot 8,31 \cdot 450 / 16 \cdot 10^{-3}} \approx 837(\text{м/с})$$

6 5 6	Балони об'ємом 10 л і 30 л з різними газами однакової температури під тиском 40 атм і 20 атм, відповідно, з'єднали шлангом, об'ємом якого можна нехтувати. Потім температуру суміші довели до початкової температури газів у балонах. Чому буде дорівнювати тиск в об'єднаних посудинах?	a
	а) 25 атм	
	б) 15 атм	
	в) 30 атм	
г) 35 атм		

Позначаємо:  $V_1 = 10$  л,  $V_2 = 30$  л,  $p_1 = 40$  атм,  $p_2 = 20$  атм.

Ідеальний газ у суміші газів поводить себе так, ніби інших газів немає. Тому для кожного газу у підсумку виконується ізотермічний процес. Парціальні тиски газів після закінчення процесу  $p'_1$ ,  $p'_2$  даються формулами

$$p_1 V_1 = p'_1 (V_1 + V_2), \quad p_2 V_2 = p'_2 (V_1 + V_2).$$

Тому тиск в об'єднаних посудинах  $p$  буде

$$p = p'_1 + p'_2 = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{40 \cdot 10 + 20 \cdot 30}{10 + 30} = 25(\text{атм})$$

7 10 6	Ідеальний тепловий двигун, що працює за циклом Карно, виконав роботу 400 кДж, отримавши від нагрівника 900 кДж теплової енергії. Відомо, що температура нагрівника 600°C. Знайдіть абсолютну температуру холодильника.	Г
	а) 265 К	
	б) 387 К	
	в) 455 К	
г) 485 К		

Позначимо;  $A = 400\text{кДж}$ ,  $Q_1 = 900\text{кДж}$ ,  $T_1 = (600 + 273)\text{К} = 873\text{К}$  (індекс 1 використовуємо для величин нагрівника). Формула для ККД двигуна, який працює за циклом Карно, має вигляд

$$\frac{A}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1},$$

де  $T_2$  – температура холодильника. Звідси

$$T_2 = T_1 \frac{Q_1 - A}{Q_1} = 873 \frac{900 - 400}{900} = 485(\text{К})$$

8 15 6	У вершинах рівностороннього трикутника зі стороною $a$ розміщені точкові заряди $+q$ , $+2q$ і $+q$ . Визначте напруженість поля в середині сторони навпроти заряду $+2q$ . Коефіцієнт у законі Кулона в СІ позначити $k$ .	Б
	а) $\frac{8\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{kq}{a^2}$	
	б) $\frac{8}{3} \cdot \frac{kq}{a^2}$	
	в) $10 \cdot \frac{kq}{a^2}$	
г) $10\sqrt{3} \cdot \frac{kq}{a^2}$		

Вектор напруженості електричного поля точкового заряду  $\vec{E}$  спрямований від додатного заряду вздовж лінії, яка з'єднує заряд з точкою спостереження. Його модуль при  $q > 0$  визначається формулою

$$E = k \frac{q}{r^2}.$$

Повна напруженість поля системи зарядів знаходиться як сума векторів напруженостей полів окремих зарядів відповідно до правила паралелограму. Напруженості поля зарядів  $+q$ ,  $+q$  в середині відстані між ними однакові за величиною і протилежні за напрямком.

Тому в цій точці треба врахувати тільки поле заряду  $+2q$ . Для нього відстань  $r = a\sqrt{3}/2$  як висота трикутника. Тому напруженість поля в указаній точці дається формулою

$$E = k \frac{2q}{(a\sqrt{3}/2)^2} = k \frac{8q}{3a^2}.$$

9 10 6	Визначте напруженість поля точкового заряду на відстані 10 см від нього, якщо потенціал поля в цій точці дорівнює 10 В.	6
	а) 10 В/м	
	б) 100 В/м	
	в) 200 В/м	
	г) 1000 В/м	

Напруженість  $E$  і потенціал  $\varphi$  поля точкового додатного заряду на відстані  $r$  від нього визначаються формулами

$$E = k \frac{q}{r^2}, \quad \varphi = k \frac{q}{r},$$

тобто

$$E = \frac{\varphi}{r} = \frac{10}{0,1} = 100(\text{В/м}).$$

1 0 10 6	Ділянка кола складається з послідовного з'єднання резистора з опором 4 Ом із трьома паралельно з'єднаними резисторами опором 6 Ом кожний. У скільки разів зміниться струм через резистор із опором 6 Ом, якщо зі схеми вилучити інші 2 резистори з таким опором? Напряга на ділянці залишається незмінною.	6
	а) Зменшиться в 5/3 рази	
	б) Зменшиться в півтора рази	
	в) Збільшиться в 1,8 рази	
	г) Збільшиться вдвічі	

Позначимо:  $R_1 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 6 \text{ Ом}$ . Сумарний заряд трьох паралельно з'єднаних резисторів  $R_3$  дається формулою

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_2},$$

тобто  $R_3 = R_2 / 3$ . У першому випадку струм у ділянці визначається формулою

$$I_{\text{ин}} = \frac{U}{R_1 + R_3} = \frac{U}{R_1 + R_2 / 3},$$

де  $U$  – напряга на ділянці. Він розгалужується і струм  $I_1$  через резистор  $R_2$  буде

$$I_1 = \frac{U}{(R_1 + R_2 / 3)3}.$$

У другому випадку струм  $I_2$  у ділянці і через резистор  $R_2$  однаковий і має вигляд

$$I_2 = \frac{U}{R_1 + R_2}.$$

Потрібне відношення струмів має вигляд

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{3R_1 + R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \cdot 4 + 6}{4 + 6} = 1,8,$$

тобто струм збільшиться в 1,8 рази.