

1. Определете магнитната индукция на полето, създадено от безкраен праволинеен проводник, по който протича електричен ток с големина **10 А**, в точка, намираща се на разстояние **5 cm** от проводника.
2. Праволинеен проводник с дължина **20 cm**, по който протича ток с големина **5 mA**, се намира в магнитно поле с индукция **2 T**. Посоката на тока в проводника сключва ъгъл **30°** с посоката на  $\vec{B}$ . Да се определи големината на силата на Ампер, която действа върху проводника.
3. Коя от посочените формули изразява закона (теоремата) на Гаус за магнитния поток през затворена повърхност?

$$\blacklozenge \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \mu_0 I . \quad \blacklozenge \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0 . \quad \blacklozenge \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \frac{I}{\mu_0} . \quad \blacklozenge \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = 0 .$$

4. Определете големината на магнитната сила, която действа върху електрон, движещ се със скорост **10<sup>5</sup> m/s** в магнитно поле с индукция **2 T** под ъгъл **30°** спрямо посоката на магнитната индукция.
5. Формулирайте закона на Фарадей за електромагнитната индукция, като дефинирате участващите в него величини.
6. Определете самоиндуцираното напрежение в проводящ токов контур с индуктивност **5 mH**, ако за време **2 s** токът нараства от **0 А** до **3 А**, и енергията на създаденото магнитно поле около проводника.
7. Пресметнете честотата на пружинно махало, в което масата на тялото е **100 g**, а коефициентът на твърдост на пружината е **0,9 N/m**.
8. Резонансната честота на едно принудено трептение е честотата, при която:
  - ◆ собствената честота е максимална;
  - ◆ амплитудата на трептението е максимална;
  - ◆ коефициентът на затихване е минимален;
  - ◆ не се обменя енергия с околната среда.
9. Дайте определение за дължина на вълната и формулирайте връзката ѝ със скоростта на разпространение на вълната.
10. Определете периода и вълновото число на плоска хармонична вълна, ако уравнението ѝ е  $y(x, t) = 4 \sin(10\pi(t - x))$ .
11. Формулирайте законите за отражение и пречупване на светлината.
12. Линейно поляризирана светлина с интензитет  $I_p$ , попада върху анализатор, чиято ос на пропускане сключва ъгъл  $\alpha$  с посоката на поляризация на светлината. Интензитетът  $I_a$  на преминалата през анализатора светлина е:

$$\blacklozenge I_a = I_p \cos \alpha ; \quad \blacklozenge I_a = \frac{I_p}{2} \cos^2 \alpha ; \quad \blacklozenge I_a = I_p \cos^2 \alpha ; \quad \blacklozenge I_a = I_p \sin^2 \alpha .$$

13. Абсолютно черно тяло е нагрето до температура **127°C**. Определете интегралната излъчвателна способност на тялото.
14. Формулирайте законите за външния фотоефект.
15. Каква е дължината на вълната на дьо Бройл за топче с маса **3,31.10<sup>-6</sup> kg**, движещо се със скорост **10<sup>2</sup> m/s**?
16. Условието за нормировка на вълновата функция е:

$$\blacklozenge \int_{V_\infty} |\Psi|^2 dV = 1 ; \quad \blacklozenge \int_S |\Psi|^2 dS = 1 ; \quad \blacklozenge \int_{V_\infty} |\Psi| dV = 1 ; \quad \blacklozenge \int_{V_\infty} |\Psi|^2 dV = \infty .$$

17. Неопределеността на координатата на електрон е **10<sup>-8</sup> m**. Определете минималната неопределеност на скоростта му  $\Delta v_x$  по това направление.
18. Електрон преминава от състояние в атома с енергия **-3,53.10<sup>-19</sup> J** в състояние с енергия **-6,84.10<sup>-19</sup> J**. Намерете дължината на вълната на излъчения фотон.
19. Тяло с маса **20 g** извършва незатихващи хармонични трептения по закона  $x(t) = A \sin 2\pi t$ .  
Определете отклонението и скоростта на тялото в момента от време **1/12 s** и пълната енергия на трептене на тялото, ако амплитудата на трептението е **2 cm**. **(4 точки)**
20. Изведете условието за положението на интерференчните минимума в опита на Юнг. **(4 точки)**

Отговори на теста

- $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ ,  $B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2\pi \cdot 5 \cdot 10^{-2}} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ .
- $\vec{dF} = I[\vec{dl} \times \vec{B}]$ , големината на силата е  $dF = IBdl \sin \alpha$ , а за праволинеен проводник с дължина  $l$  –  $F = IBl \sin \alpha = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 2 \cdot 10^{-1} \cdot \sin 30^\circ = 10^{-3} \text{ N}$ .
- $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$ .
- $\vec{F}_L = q[\vec{v} \times \vec{B}]$ , а големината ѝ –  $F_L = qvB \sin \alpha = evB \sin 30^\circ = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} = 1,6 \cdot 10^{-14} \text{ N}$ .
- Формулировка на закона на Фарадей с думи и формула (**индуцираното ЕДН зависи от скоростта на промяна на магнитния поток**,  $\varepsilon_i = -\frac{d\Phi_B}{dt}$ ). Трябва да се дефинира и величината магнитен поток и мерната ѝ единица.
- $\varepsilon_i = -L \frac{dI}{dt}$ . В дадения случай –  $\varepsilon_i = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -5 \cdot 10^{-3} \frac{3}{2} = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ V}$ ; Енергията  $W = \int_0^I LI dI = \frac{1}{2} LI^2$ . Тъй като токът в конкретния случай се изменя от **0 А** до **3 А**,  $W = \int_0^3 LI dI = \frac{1}{2} LI^2 \Big|_0^3 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 9 = 22,5 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ .
- $f = \frac{\omega}{2\pi}$ ,  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ .  $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{9 \cdot 10^{-1}}{100 \cdot 10^{-3}}} = \frac{3}{2\pi} \text{ s}^{-1} (\text{Hz})$ .
- амплитудата на трептението е максимална.
- Определение, мерна единица и формулата  $\lambda = vT = \frac{v}{f}$ .
- Общият вид на уравнението на плоска хармонична вълна е:  $y = A \sin(\omega t - kx + \varphi)$ . Коефициентът пред  $t$  е кръговата честота  $\omega$ , а пред  $x$  – вълновото число  $k$ . Като го сравним с конкретното уравнение:  $y = 4 \sin(10\pi(t-x)) = 4 \sin(10\pi t - 10\pi x)$ , виждаме, че  $\omega = 10\pi$  и  $k = 10\pi$ . Следователно  $k = 10\pi \text{ m}^{-1}$ , а  $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10\pi} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ s}$ .
- Формулировка на законите с думи и формули и чертеж с падащия, отразения и пречупения лъч с обозначени ъгли на падане, отражение и пречупване.
- $I_a = I_p \cos^2 \alpha$  – закон на Малюс.
- Закон на Стефан–Болцман за топлинното излъчване  $E_T = \sigma T^4$ .  $T = t^\circ + 273 = 400 \text{ K}$ .  
 $E_T = 5,7 \cdot 10^{-8} \cdot 400^4 = 5,7 \cdot 256 \cdot 10^{-8} \cdot 10^8 = 1459,2 \text{ W/m}^2$ .
- Формулировка на законите.
- $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$ .  $\lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{3,31 \cdot 10^{-6} \cdot 10^2} = 2 \cdot 10^{-30} \text{ m}$ .
- $\int_{V_\infty} |\Psi|^2 dV = 1$ .
- Съотношения за неопределеност на Хайзенберг  $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq h$ .  $\Delta x \cdot \Delta p_x = \Delta x \cdot m \cdot \Delta v_x \geq h$ ,  
 $\Delta v_x \geq \frac{h}{\Delta x \cdot m} \Rightarrow \Delta v_{x \min} = \frac{h}{\Delta x \cdot m} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{10^{-8} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}} = \frac{6,62}{9,1} \cdot 10^5 = 0,727 \cdot 10^5 \text{ m/s} \approx 73 \text{ km/s}$ .
- Втори постулат на Бор  $E_\gamma = hf = |E_2 - E_1|$ .  $f = \frac{|E_2 - E_1|}{h}$ ,  $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{hc}{|E_2 - E_1|}$ .  
 $\lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,31 \cdot 10^{-19}} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 600 \text{ nm}$ .
- Стойността на отклонението (координатата  $x$ ) в даден момент от време  $t$  получаваме като заместим стойността на  $t$  в уравнението на трептението (закона за движение):

$x\left(\frac{1}{12}\right) = A \sin\left(2\pi \cdot \frac{1}{12}\right) = 2 \cdot \sin \frac{\pi}{6} = 1 \text{ cm}$ . За да намерим скоростта в даден момент, трябва първо да

намерим закона за скоростта:  $v(t) = \frac{dx}{dt} = 4\pi \cos 2\pi t$ .  $v\left(\frac{1}{12}\right) = 4\pi \cos\left(2\pi \cdot \frac{1}{12}\right) = 4\pi \cos \frac{\pi}{6} = 2\pi\sqrt{3} \text{ cm/s}$

Пълната енергия на хармонично трептене е  $E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$ . Общият вид на закона за движение при хармонични трептения е  $x = A \sin(\omega t + \varphi)$ . От сравнението с конкретния зададен закон

следва, че  $\omega = 2\pi$ . Следователно  $E = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 4\pi^2 \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 16\pi^2 \cdot 10^{-6} \text{ J}$ .

20. Чертеж на опита на Юнг. Извод на формулата  $\Delta = \frac{xd}{L}$  и  $x_{\min} = \frac{2m+1}{2} \frac{\lambda L}{d}$ , като използваме условието за интерференчен минимум  $\Delta = (2m+1) \frac{\lambda}{2}$ .