

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА

Национално есенно състезание по физика

Варна, 12.11.2011 - 13.11. 2011 година

Специална тема

Задача 1. Интерференция от три процепа

Три процепа с незначителна ширина са изрязани успоредно върху екран, както е показано на *Фигура 1*. Разстоянието между процепите е съответно d_1 и d_2 . Върху екрана с процепите пада монохроматична светлина с дължина на вълната λ . Да се намери:

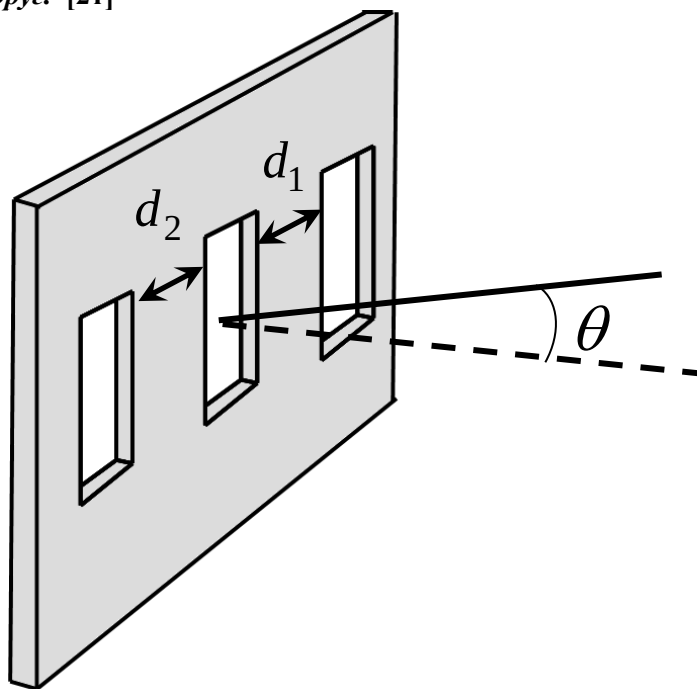
а) *Разпределението на интензитета I на електричното поле от другата страна на екрана като функция на ъгъла θ (мерен спрямо нормалата към екрана) на голямо разстояние от процепите, ако единичен процеп дава интензитет I_0 ; [2т]*

б) *Колко ще е интензитетът I на абсолютните максимуми; [2т]*

в) *При какво отношение на d_1 и d_2 ще имаме абсолютен максимум в направление с ъгъл θ ; [2т]*

г) *При какви ъгли θ_0 и θ_1 се наблюдава нулевият и първият абсолютен максимум в случай че $d_1 = d_2 = d$; [2т]*

д) *Нека вместо три да имаме четири процепа на равни разстояния d един от друг. Намерете интензитета I на абсолютния максимум, ако единичен процеп дава интензитет I_0 . Да се изведе обща формула за интензитета на абсолютния максимум за N процепа, отстоящи на равни разстояния d един от друг. [2т]*



Фигура 1

Задача 2. Черна дупка

Част 1. Черна дупка е обект с много силно гравитационно поле – толкова силно, че втора космическа скорост е по-голяма от скоростта на светлината. Поради това дори и светлината не е в състояние да преодолее гравитацията и да напусне космическия обект. Граничният радиус, при който светлината не може да напусне черната дупка, се нарича радиус на Шварцшилд (това е радиусът на черната дупка).

а) *Намерете радиуса на Шварцшилд R за тяло с маса M . [2т]*

б) *Намерете числено радиуса на кълбото, до който трябва да се свие Земята, за да се превърне в черна дупка, ако Земята има маса M_3 . [2т]*

Част 2. Съотношението за неопределеност (принцип за неопределеност на Хайзенберг) позволява много често да се правят бързи оценки, без да се търси точно решение на разглежданите задачи. Съотношението за неопределеност за импулса и координатата се дава като $\Delta p \Delta x \geq \hbar$.

в) *Разгледайте фотон с енергия $E = Pc$, който е затворен в черна дупка с радиус R . Тази енергия съответства на определена средна абсолютна температура T на черната дупка, която се дава със*

съотношението $E = kT$, където k е константа на Болцман. **Оценете температурата на черна дупка като използвате съотношението за неопределеност на Хайзенберг.** [2т]

г) Използвайки съотношението за неопределеност на Хайзенберг, **намерете (символно и числено) долната граница на масата ($M_{\min}$), под която черната дупка няма да може да съществува от гледна точка на квантовата механика.** [4т]

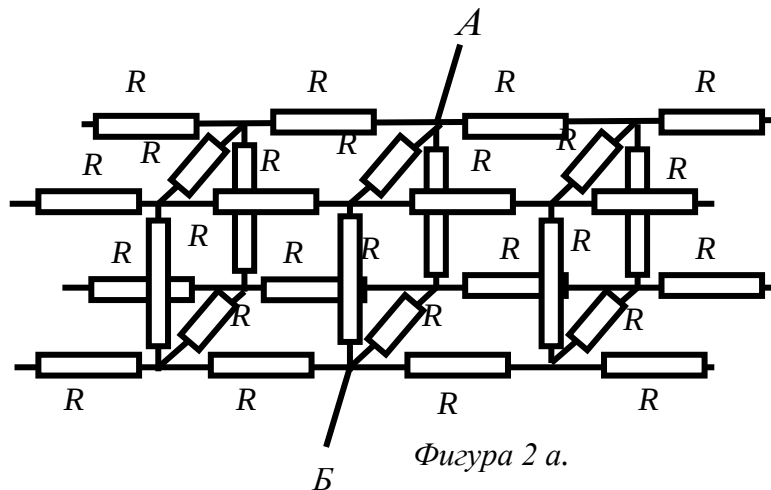
Фундаментални физични величини:

- скоростта на светлината във вакуум, $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$;
- редуцирана константа на Планк, $\hbar = \frac{h}{2\pi} = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$;
- гравитационна константа $G = 6,6742 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$
- масата на Земята $M_z = 5,9742 \cdot 10^{24} \text{ kg}$;
- масата на електрона $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$;
- масата на протона $m_p = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

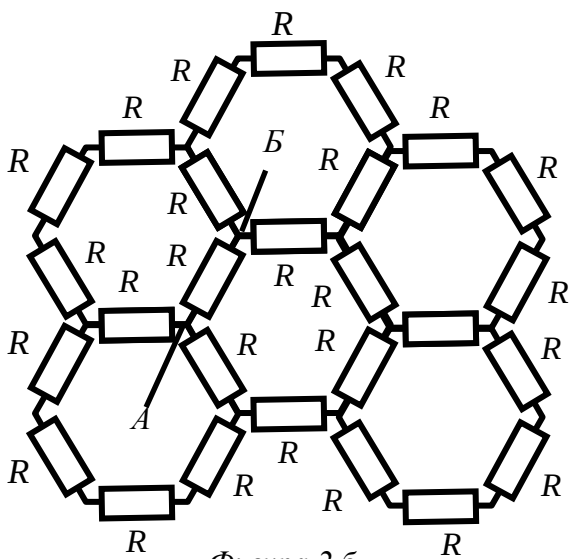
Задача 3. Съпротивление на безкрайни вериги

Съпротивлението на всеки единичен клон от безкрайните вериги е показано на Фигура 2.

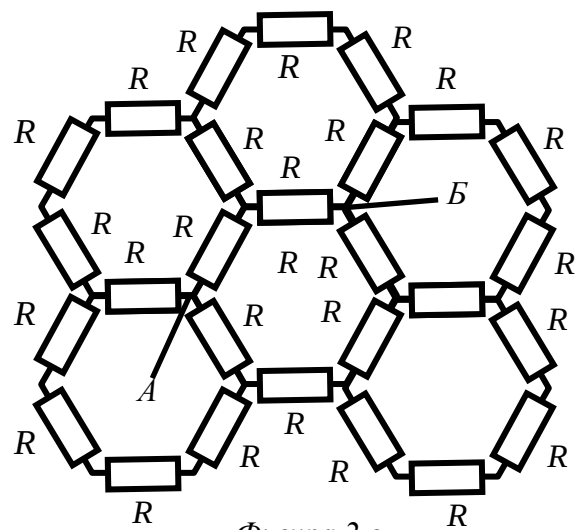
Намерете съпротивлението R_{AB} между точки А и В за:



Фигура 2 а.



Фигура 2 б.



Фигура 2 в.

а) случая на Фигура 2 а. [3т] б) случая на Фигура 2 б. [3т] в) случая на Фигура 2 в. [4т]

Упътване: За решението на б) и в) може да използвате принципа на суперпозицията