

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ЕСЕННО НАЦИОНАЛНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

21 – 23 ноември 2008 година, гр. Стара Загора

Т Е М А

За 11. - 12. клас

Задача 1. Ски скок. При ски-скок скиор излита от пистата с хоризонтална скорост от 20 m/s. Наклонът на шанцата и на пистата е един и същ - $\alpha = 45^\circ$.

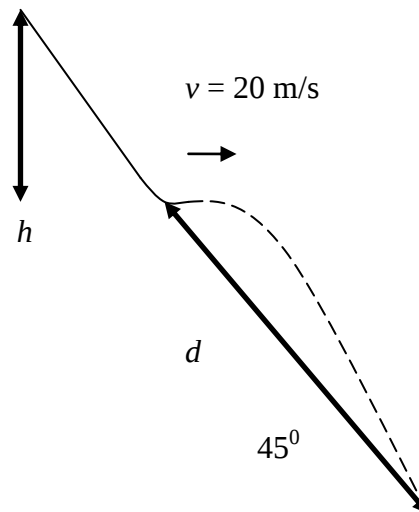
а) От каква височина h на шанцата трябва да се спусне скиорът, за да придобие тази скорост, ако:

- 1) се пренебрегва силата на триене между ските и снега ? (1 т.)
- 2) коефициентът на триене между ските и снега е $k = 0,02$? (3 т.)

б) Намерете дължината на скока – разстоянието по пистата d , което прелита скиора (триенето от въздуха се пренебрегва). (3 т.)

в) Определете скоростта на скиора непосредствено преди и след приземяването му. (2 т.)

г) Какъв трябва да бъде коефициента на триене между ските и снега след приземяването на скиора, за да може той да спре след 50 m хлъзгайки се по снега надолу по пистата ? ($g = 10 \text{ m/s}^2$) (1 т.)

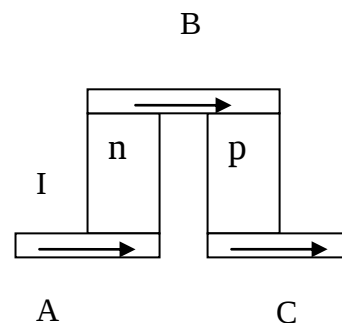


Задача 2. Ефект на Пелтие. При протичане на електрически ток с големина I през проводник възниква топлинен поток P (енергия за единица време) по посока на движението на токовите носители (ефект на Пелтие). Неговата големина се задава с $P = \Pi I$, където Π е коефициентът на Пелтие. Този ефект е много по-силен в полупроводници, отколкото в метали. Топлинният поток е насочен обратно на посоката на тока за електроните и е по посока на тока за дупките. В резултат на това в краищата на полупроводника възниква температурна разлика ΔT .

Наличието на температурен градиент води до обратен по

посока топлинен поток P_1 с големина $P_1 = K \Delta T = \kappa \frac{S}{L} \Delta T$,

където K е топлопроводността на полупроводника, κ е така наречения коефициент на топлопроводност (връзката между тях е подобна на тази между съпротивление и специфично съпротивление), S – напречното сечение на проводника и L – неговата дължина. На схемата в дясно е представен Пелтие елемент, съставен от n - и p - тип полупроводници. Когато токът I тече в указаната посока, край В се охлажда, а краищата А и С се нагряват. Нека означим с Π_n и Π_p коефициентите на Пелтие за полупроводниците с n и p проводимост, с R_n и R_p – техните съпротивления и с κ_n и κ_p – коефициентите им на топлопроводност.



а) Получете зависимостта на топлинния поток от охлаждащия се край В към нагряващите се краища А и С от тока I и температурната разлика $\Delta T = T_A - T_B$ ($T_A = T_C$) (3 т.). При каква големина на тока I ще се реализира максимален топлинен поток от В към А и С ? (2 т.) Определете температурната разлика при този оптимален ток, ако студената част на Пелтие-елемента не получава топлина от друг източник. Покажете в този случай, че ако

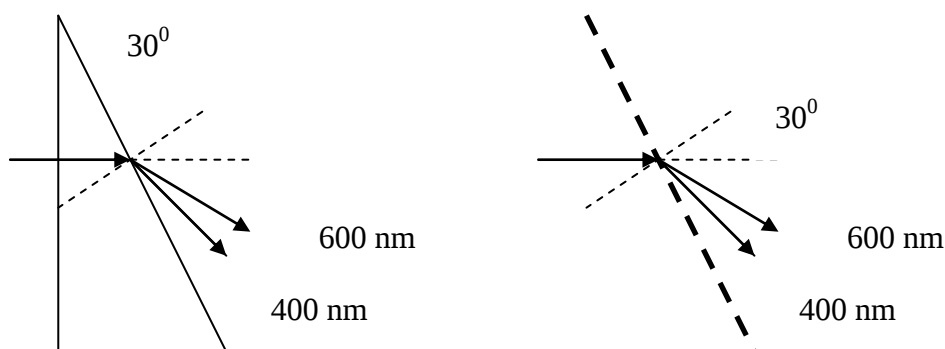
образците имат една и съща дължина и напречно сечение, температурната разлика ΔT не зависи от тези размери, а само от коефициентите на Пелтие, специфичните проводимости и коефициентите на топлопроводност (**3 т**). Теплодаването през страничните повърхности на елементите се пренебрегва. (При отчитане на ефекта на Джаул-Ленц, приемете, че половината от отделената топлина е насочена към единия край на полупроводника, а друга половина – към другия край.)

б) С колко ще намалее температурната разлика между студения и топлия край на Пелтие-елемента, ако студеният край се използва за охлаждане на процесор, който отделя топлина P' за единица време (големината на тока е както в подусловие (а)) (**2 т.**)?

Задача 3. Дисперсия и дифракция на светлината. Върху прозрачна призма с ъгъл при върха 30° пада бяла светлина перпендикулярно на една от страните на призмата. Червената светлина (с дължина на вълната $\lambda_1 = 600 \text{ nm}$) се отклонява от първоначалната си посока на ъгъл $23,13^\circ$, а виолетовата (с дължина $\lambda_2 = 400 \text{ nm}$) – на ъгъл $28,21^\circ$.

а) Определете показателите на пречупване за тези две дължини (с точност три значещи цифри) (**3 т.**)

б) За прозрачни среди, зависимостта на показателя на пречупване n от дължината на вълната се дава от $n = a + \frac{b}{\lambda^2}$. Използвайки тази зависимост, определете ъгълът, на който ще се отклони зелена светлина с дължина на вълната $\lambda_3 = 500 \text{ nm}$. (**2 т.**)



в) Нека предположим, че вместо призмата е поставена дифракционна решетка на мястото на задната страна на призмата. Нека отново се наблюдава червена светлина (600 nm), отклонена от първоначалната си посока на ъгъл $23,13^\circ$ за максимума си от 4-ти порядък. Колко е периодът на дифракционната решетка (**2 т.**)? За кой порядък на виолетовата светлина (400 nm) ще се наблюдава максимум, отклонен с $28,21^\circ$ от първоначалната си посока (**1 т.**). Колко червени и колко виолетови линии ще се наблюдават след дифракционната решетка (**2 т.**)?

Забележка: Ако вашия калкулатор не разполага с функцията $\sin$, използвайте по-долу таблица на $\sin$ за градуси в интервала 20-70. Междинни стойности между две съседни стойности се получават чрез линейно приближение.

20	0,34202	30	0,5	40	0,642787	50	0,766044	60	0,874619
21	0,358368	31	0,515038	41	0,656059	51	0,777145	61	0,882947
22	0,374606	32	0,529919	42	0,66913	52	0,78801	62	0,891006
23	0,390731	33	0,544639	43	0,681998	53	0,798635	63	0,898794
24	0,406736	34	0,559192	44	0,694658	54	0,809017	64	0,906307
25	0,422618	35	0,573576	45	0,707106	55	0,819152	65	0,913545
26	0,438371	36	0,587785	46	0,719339	56	0,829037	66	0,920504
27	0,45399	37	0,601815	47	0,731353	57	0,83867	67	0,927183
28	0,469471	38	0,615661	48	0,743144	58	0,848048	68	0,93358
29	0,484809	39	0,62932	49	0,754709	59	0,857167	69	0,939692