

# Индивидуальное задание №7

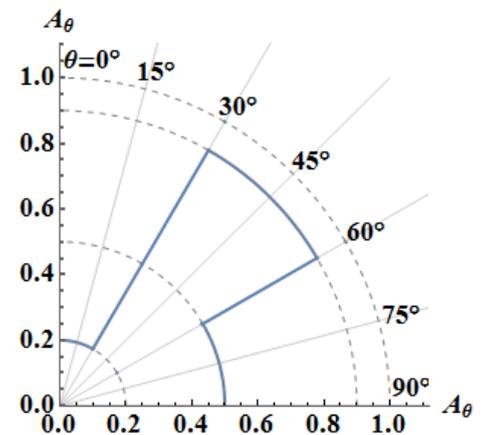
## по курсу «Гидродинамика и теплообмен»

### Теплообмен излучением

#### Вариант 1

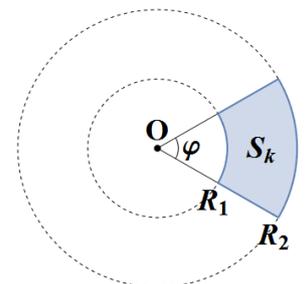
1 Температура тела измеряется двумя оптическими пирометрами с разными светофильтрами. В первом пирометре установлен красный светофильтр (0,65 мк), во втором – зеленый (0,50 мк). Температуры, показываемые пирометрами, соответственно равны 1400°C и 1420°C. Найти истинную температуру тела и степень его черноты, считая тело серым.

2 Свойства некоторой серой поверхности зависят от направления, как показано ниже (см. рисунок). Величина  $A_\theta$  (направленная поглощательная способность) изотропна относительно азимутального угла  $\varphi$ . Определить равновесную температуру тонкой пластины, обладающей указанными выше свойствами, если на нее действует излучение абсолютно черного тела с плотностью потока



25 кВт/м<sup>2</sup>? Принять, что пластина расположена под углом 45° к направлению распространения излучения и идеально изолирована с противоположной стороны.

3 Вывести формулу для углового коэффициента излучения между сектором кольца  $S_k$  (см. рис.) и малой площадкой  $S_i$ , расположенной над центром кольца на расстоянии  $H$ . Площадку считать элементарной. Поверхности тел параллельны.



4 Определить поток результирующего излучения между двумя

черными поверхностями  $S_i$  и  $S_k$  из предыдущей задачи. Значения параметров:

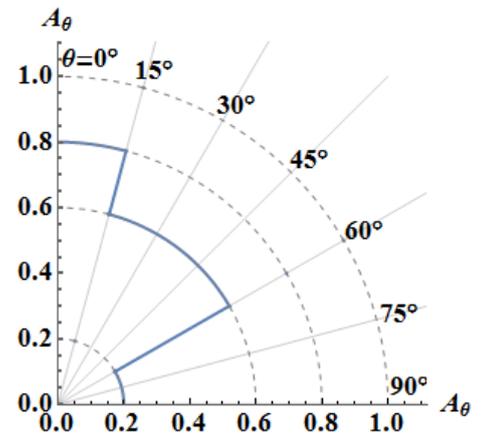
$$S_i = 20 \times 20 \text{ мм}^2, \quad R_1 = 200 \text{ мм}, \quad R_2 = 300 \text{ мм}, \quad \varphi = 30^\circ, \quad T_i = 1500 \text{ }^\circ\text{C},$$

$$T_k = 600 \text{ }^\circ\text{C}, \quad H = 500 \text{ мм}.$$

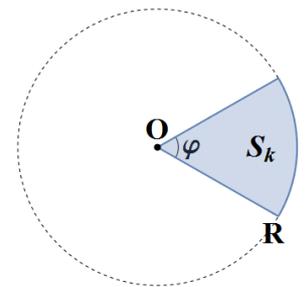
## Вариант 2

1 Определить излучательную способность поверхности Солнца, если известно, что ее температура равна  $5700^\circ\text{C}$  и условия излучения близки к излучению абсолютно черного тела. Вычислить также длину волны, при которой будет наблюдаться максимум спектральной интенсивности излучения и общее количество лучистой энергии, испускаемой Солнцем в единицу времени, если диаметр Солнца можно принять равным  $1,391 \cdot 10^9$  м.

2 Свойства некоторой серой поверхности зависят от направления, как показано ниже (см. рисунок). Величина  $A_\theta$  (направленная поглощательная способность) изотропна относительно азимутального угла  $\varphi$ . Определить равновесную температуру тонкой пластины, обладающей указанными выше свойствами, если на нее действует излучение абсолютно черного тела с плотностью потока  $10 \text{ кВт/м}^2$ ? Принять, что пластина очень тонкая и имеет с обеих сторон одинаковые направленные характеристики, и расположена под углом  $30^\circ$  к направлению распространения излучения.



3 Вывести формулу для углового коэффициента излучения между сектором диска  $S_k$  (см. рис.) и малой площадкой  $S_i$ , расположенной над центром диска на расстоянии  $H$ . Площадку считать элементарной. Поверхности тел параллельны.

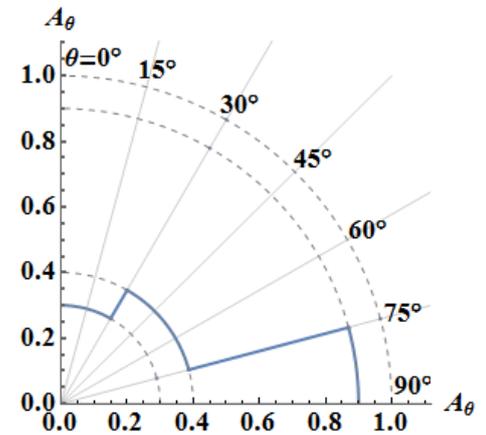


4 Определить поток результирующего излучения между двумя черными поверхностями  $S_i$  и  $S_k$  из предыдущей задачи. Значения параметров:  $S_i = 15 \times 15 \text{ мм}^2$ ,  $R = 250 \text{ мм}$ ,  $\varphi = 60^\circ$ ,  $T_i = 1400^\circ\text{C}$ ,  $T_k = 30^\circ\text{C}$ ,  $H = 400 \text{ мм}$ .

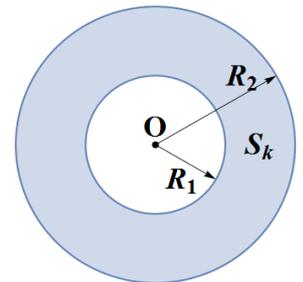
### Вариант 3

1 Поверхность стального изделия имеет температуру  $727\text{ }^\circ\text{C}$  и степень черноты  $0,7$ . Излучающую поверхность можно считать серой. Вычислить плотность собственного излучения поверхности изделия и длину волны, которой будет соответствовать максимальное значение спектральной интенсивности излучения.

2 Свойства некоторой серой поверхности зависят от направления, как показано ниже (см. рисунок). Величина  $A_\theta$  (направленная поглощательная способность) изотропна относительно азимутального угла  $\varphi$ . Определить равновесную температуру тонкой пластины, обладающей указанными выше свойствами, если на нее действует излучение абсолютно черного тела с плотностью потока  $5\text{ кВт/м}^2$ ? Принять, что пластина расположена под углом  $60^\circ$  к направлению распространения излучения и идеально изолирована с противоположной стороны.



3 Вывести формулу для углового коэффициента излучения между кольцом  $S_k$  (см. рис.) и малой площадкой  $S_i$ , расположенной над центром кольца на расстоянии  $H$ . Площадку считать элементарной. Поверхности тел параллельны.

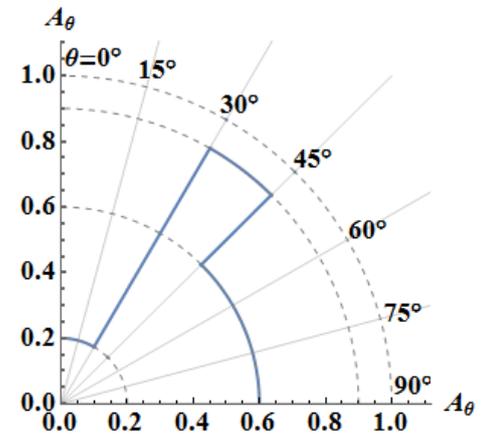


4 Определить поток результирующего излучения между двумя черными поверхностями  $S_i$  и  $S_k$  из предыдущей задачи. Значения параметров:  $S_i = 10 \times 10\text{ мм}^2$ ,  $R_1 = 200\text{ мм}$ ,  $R_2 = 300\text{ мм}$ ,  $T_i = 1200\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_k = 250\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $H = 600\text{ мм}$ .

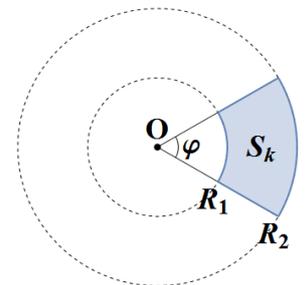
## Вариант 4

1 Найти максимальное значение спектральной интенсивности излучения поверхности Солнца, если известно, что длина волны, соответствующая этому максимуму приходится на 495 нм, а условия излучения близки к излучению абсолютно черного тела.

2 Свойства некоторой серой поверхности зависят от направления, как показано ниже (см. рисунок). Величина  $A_\theta$  (направленная поглощательная способность) изотропна относительно азимутального угла  $\varphi$ . Определить равновесную температуру тонкой пластины, обладающей указанными выше свойствами, если на нее действует излучение абсолютно черного тела с плотностью потока  $30 \text{ кВт/м}^2$ ? Принять, что пластина очень тонкая и имеет с обеих сторон одинаковые направленные характеристики, и расположена под углом  $15^\circ$  к направлению распространения излучения.



3 Вывести формулу для углового коэффициента излучения между сектором кольца  $S_k$  (см. рис.) и малой площадкой  $S_i$ , расположенной над центром кольца на расстоянии  $H$ . Площадку считать элементарной. Поверхности тел параллельны.

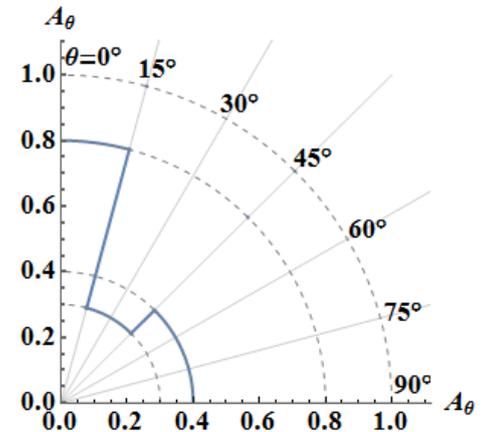


4 Определить поток результирующего излучения между двумя черными поверхностями  $S_i$  и  $S_k$  из предыдущей задачи. Значения параметров:  $S_i = 12 \times 12 \text{ мм}^2$ ,  $R_1 = 450 \text{ мм}$ ,  $R_2 = 500 \text{ мм}$ ,  $\varphi = 15^\circ$ ,  $T_i = 2000 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_k = 1250 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $H = 500 \text{ мм}$ .

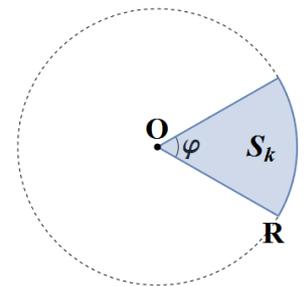
## Вариант 5

1 Плотность потока собственного излучения поверхности стального изделия имеет температуру имеет максимум при  $3,05 \text{ мкм}$ . Найти величину этого максимума. Излучающую поверхность можно считать серой.

2 Свойства некоторой серой поверхности зависят от направления, как показано ниже (см. рисунок). Величина  $A_\theta$  (направленная поглотительная способность) изотропна относительно азимутального угла  $\varphi$ . Определить равновесную температуру тонкой пластины, обладающей указанными выше свойствами, если на нее действует излучение абсолютно черного тела с плотностью потока  $15 \text{ кВт/м}^2$ ? Принять, что пластина расположена под углом  $30^\circ$  к направлению распространения излучения и идеально изолирована с противоположной стороны.



3 Вывести формулу для углового коэффициента излучения между сектором диска  $S_k$  (см. рис.) и малой площадкой  $S_i$ , расположенной над центром диска на расстоянии  $H$ . Площадку считать элементарной. Поверхности тел параллельны.

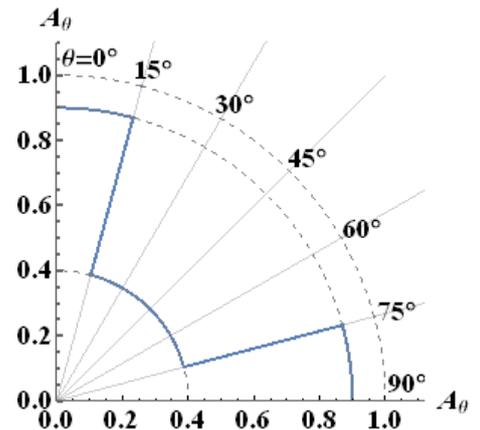


4 Определить поток результирующего излучения между двумя черными поверхностями  $S_i$  и  $S_k$  из предыдущей задачи. Значения параметров:  $S_i = 5 \times 5 \text{ мм}^2$ ,  $R = 500 \text{ мм}$ ,  $\varphi = 30^\circ$ ,  $T_i = 2500 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_k = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $H = 550 \text{ мм}$ .

## Вариант 6

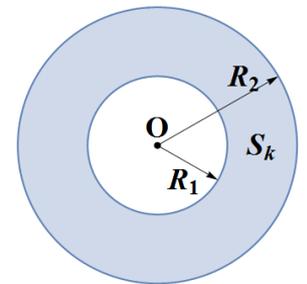
1 Определить плотность солнечного лучистого потока, падающего на плоскость, нормальную к лучам Солнца и расположенную за пределами атмосферы Земли. Известно, что излучение Солнца близко к излучению абсолютного черного тела с температурой  $5700\text{ }^\circ\text{C}$ . Диаметр Солнца  $1,391 \cdot 10^6\text{ км}$ , расстояние от земли до солнца  $149,5 \cdot 10^6\text{ км}$ .

2 Свойства некоторой серой поверхности зависят от направления, как показано ниже (см. рисунок). Величина  $A_\theta$  (направленная поглощательная способность) изотропна относительно азимутального угла  $\varphi$ . Определить равновесную температуру тонкой пластины, обладающей указанными выше свойствами, если на нее действует излучение абсолютно черного тела с плотностью потока



$20\text{ кВт/м}^2$ ? Принять, что пластина очень тонкая и имеет с обеих сторон одинаковые направленные характеристики, и расположена под углом  $45^\circ$  к направлению распространения излучения.

3 Вывести формулу для углового коэффициента излучения между кольцом  $S_k$  (см. рис.) и малой площадкой  $S_i$ , расположенной над центром кольца на расстоянии  $H$ . Площадку считать элементарной. Поверхности тел параллельны.

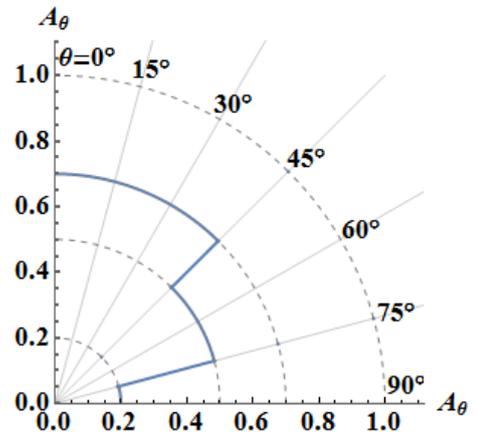


4 Определить поток результирующего излучения между двумя черными поверхностями  $S_i$  и  $S_k$  из предыдущей задачи. Значения параметров:  $S_i = 5 \times 10\text{ мм}^2$ ,  $R_1 = 250\text{ мм}$ ,  $R_2 = 350\text{ мм}$ ,  $T_i = 800\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_k = 25\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $H = 750\text{ мм}$ .

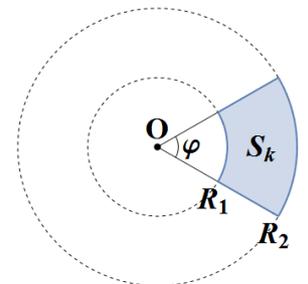
## Вариант 7

1 Космический корабль, стартовал с Земли, направляется к Венере. Расстояние от Венеры до Солнца  $108,1 \cdot 10^6$  км, а от Земли до Солнца  $149,5 \cdot 10^6$  км. Температура поверхности корабля вблизи Земли равна  $30^\circ\text{C}$ . Как изменится температура поверхности космического корабля, когда он станет приближаться к Венере, если считать, что степень черноты поверхности при изменении температуры корабля не изменятся?

2 Свойства некоторой серой поверхности зависят от направления, как показано ниже (см. рисунок). Величина  $A_\theta$  (направленная поглощательная способность) изотропна относительно азимутального угла  $\varphi$ . Определить равновесную температуру тонкой пластины, обладающей указанными выше свойствами, если на нее действует излучение абсолютно черного тела с плотностью потока  $2,5 \text{ кВт/м}^2$ ? Принять, что пластина расположена под углом  $60^\circ$  к направлению распространения излучения и идеально изолирована с противоположной стороны.



3 Вывести формулу для углового коэффициента излучения между сектором кольца  $S_k$  (см. рис.) и малой площадкой  $S_i$ , расположенной над центром кольца на расстоянии  $H$ . Площадку считать элементарной. Поверхности тел параллельны.

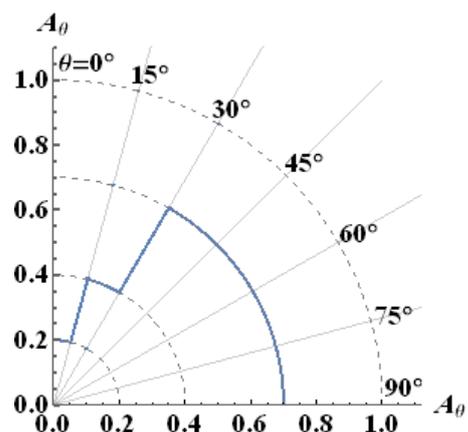


4 Определить поток результирующего излучения между двумя черными поверхностями  $S_i$  и  $S_k$  из предыдущей задачи. Значения параметров:  $S_i = 6 \times 6 \text{ мм}^2$ ,  $R_1 = 250 \text{ мм}$ ,  $R_2 = 350 \text{ мм}$ ,  $\varphi = 60^\circ$ ,  $T_i = 1200^\circ\text{C}$ ,  $T_k = 50^\circ\text{C}$ ,  $H = 650 \text{ мм}$ .

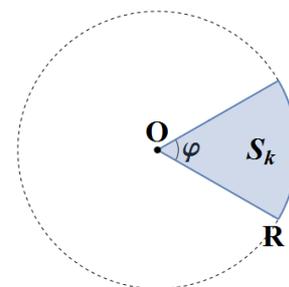
## Вариант 8

1 В космическом пространстве на околоземной орбите вращается сферическая частица метеорита. Найти температуру частицы, когда она находится на солнечной стороне Земли. Плотность потока излучения Солнца на площадке, расположенной перпендикулярно лучам вблизи Земли, но за пределами атмосферы, равна  $1,55 \text{ кВт/м}^2$ . Принять, что частица – серое тело.

2 Свойства некоторой серой поверхности зависят от направления, как показано ниже (см. рисунок). Величина  $A_\theta$  (направленная поглотительная способность) изотропна относительно азимутального угла  $\varphi$ . Определить равновесную температуру тонкой пластины, обладающей указанными выше свойствами, если на нее действует излучение абсолютно черного тела с плотностью потока  $3,5 \text{ кВт/м}^2$ ? Принять, что пластина очень тонкая и имеет с обеих сторон одинаковые направленные характеристики, и расположена под углом  $75^\circ$  к направлению распространения излучения.



3 Вывести формулу для углового коэффициента излучения между сектором диска  $S_k$  (см. рис.) и малой площадкой  $S_i$ , расположенной над центром диска на расстоянии  $H$ . Площадку считать элементарной. Поверхности тел параллельны.

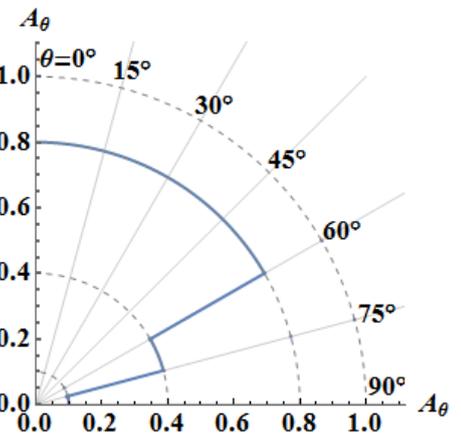


4 Определить поток результирующего излучения между двумя черными поверхностями  $S_i$  и  $S_k$  из предыдущей задачи. Значения параметров:  $S_i = 17 \times 17 \text{ мм}^2$ ,  $R = 500 \text{ мм}$ ,  $\varphi = 30^\circ$ ,  $T_i = 2500 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_k = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $H = 800 \text{ мм}$ .

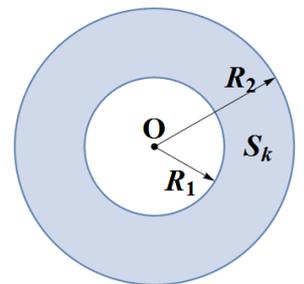
## Вариант 9

1 В космическом пространстве на околоземной орбите вращается сферическая частица метеорита. Найти температуру частицы, когда она находится на солнечной стороне Земли. Плотность потока излучения Солнца на площадке, расположенной перпендикулярно лучам вблизи Земли, но за пределами атмосферы, равна  $1,55 \text{ кВт/м}^2$ . Принять, что степень черноты  $0,1$ ; а поглощательная способность  $0,2$ .

2 Свойства некоторой серой поверхности зависят от направления, как показано ниже (см. рисунок). Величина  $A_\theta$  (направленная поглощательная способность) изотропна относительно азимутального угла  $\varphi$ . Определить равновесную температуру тонкой пластины, обладающей указанными выше свойствами, если на нее действует излучение абсолютно черного тела с плотностью потока  $17 \text{ кВт/м}^2$ ? Принять, что пластина расположена под углом  $70^\circ$  к направлению распространения излучения и идеально изолирована с противоположной стороны.



3 Вывести формулу для углового коэффициента излучения между кольцом  $S_k$  (см. рис.) и малой площадкой  $S_i$ , расположенной над центром кольца на расстоянии  $H$ . Площадку считать элементарной. Поверхности тел параллельны.

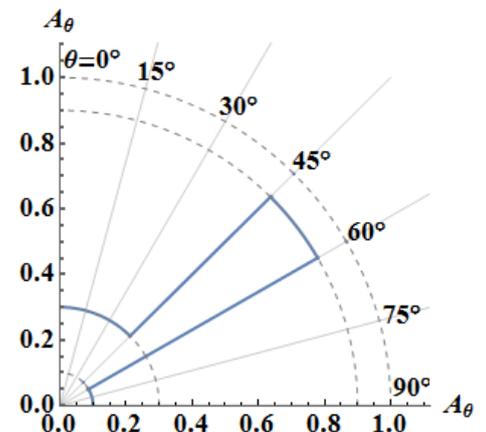


4 Определить поток результирующего излучения между двумя черными поверхностями  $S_i$  и  $S_k$  из предыдущей задачи. Значения параметров:  $S_i = 5 \times 10 \text{ мм}^2$ ,  $R_1 = 250 \text{ мм}$ ,  $R_2 = 350 \text{ мм}$ ,  $T_i = 800 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_k = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $H = 300 \text{ мм}$ .

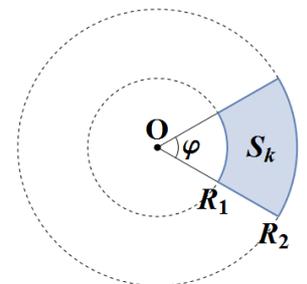
## Вариант 10

1 Температура тела измеряется двумя оптическими пирометрами с разными светофильтрами. В первом пирометре установлен красный светофильтр (0,65 мк), во втором – зеленый (0,50 мк). Считая тело серым, найти температуры, показываемые пирометрами, если истинная температура тела равна 1400 °С, а степень его черноты 0,4.

2 Свойства некоторой серой поверхности зависят от направления, как показано ниже (см. рисунок). Величина  $A_\theta$  (направленная поглощательная способность) изотропна относительно азимутального угла  $\varphi$ . Определить равновесную температуру тонкой пластины, обладающей указанными выше свойствами, если на нее действует излучение абсолютно черного тела с плотностью потока 12 кВт/м<sup>2</sup>? Принять, что пластина очень тонкая и имеет с обеих сторон одинаковые направленные характеристики, и расположена под углом 50° к направлению распространения излучения.



3 Вывести формулу для углового коэффициента излучения между сектором кольца  $S_k$  (см. рис.) и малой площадкой  $S_i$ , расположенной над центром кольца на расстоянии  $H$ . Площадку считать элементарной. Поверхности тел параллельны.



4 Определить поток результирующего излучения между двумя черными поверхностями  $S_i$  и  $S_k$  из предыдущей задачи. Значения параметров:  $S_i = 14 \times 14 \text{ мм}^2$ ,  $R_1 = 550 \text{ мм}$ ,  $R_2 = 750 \text{ мм}$ ,  $\varphi = 45^\circ$ ,  $T_i = 2200 \text{ °С}$ ,  $T_k = 150 \text{ °С}$ ,  $H = 450 \text{ мм}$ .