ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.979— 2019

Государственная система обеспечения единства измерений

СТАНДАРТНЫЕ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Теплопроводность оптически прозрачных керамик на основе твердых растворов $NaLaS_2$ — CaS в диапазоне температур от 80 К до 400 К

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Главным научным метрологическим центром «Стандартные справочные данные о физических константах и свойствах веществ и материалов» (ГНМЦ «ССД»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 180 «Стандартные справочные данные о физических константах и свойствах веществ и материалов»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 ноября 2019 г. № 1093-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Обозначения 1
4 Общие положения 2
Приложение А (справочное) Отклонение экспериментальных данных о теплопроводности от расчетных значений 10
Библиография 18

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

СТАНДАРТНЫЕ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Теплопроводность оптически прозрачных керамик на основе твердых растворов $NaLaS_2$ — CaS в диапазоне температур от 80 К до 400 К

State system for ensuring the uniformity of measurements. Standard reference data. Thermal conductivity of optically transparent keramics based on solid solutions of $NaLaS_2$ — CaS in the temperature range from 80 K to 400 K

Дата введения — 2020—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на стандартные справочные данные (ССД) о коэффициенте теплопроводности оптически прозрачных керамик на основе твердых растворов $NaLaS_2$ — CaS в диапазоне температур от 80 К до 400 К, измерения которого выполнены абсолютным стационарным методом, основанном на создании линейного теплового потока через исследуемый образец.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ 34100.3 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Обозначения

κ — коэффициент теплопроводности, $Вт \cdot м^{-1} \cdot К^{-1}$;

$U(\kappa)$ — стандартная суммарная неопределенность измерения коэффициента теплопроводности при доверительной вероятности, равной 0,95, $Вт \cdot м^{-1} \cdot К^{-1}$;

$\kappa_{эксп}$ — значения коэффициента теплопроводности, полученные в эксперименте, $Вт \cdot м^{-1} \cdot К^{-1}$;

$\kappa_{расч}$ — значения коэффициента теплопроводности, рассчитанные по аппроксимационным уравнениям, $Вт \cdot м^{-1} \cdot К^{-1}$;

$\delta\kappa$ —относительное отклонение значений коэффициента теплопроводности, рассчитанных по аппроксимационным уравнениям, от экспериментальных данных, %.

Издание официальное

4 Общие положения

4.1 Дисульфид натрия лантана $NaLaS_2$ и твердые растворы $NaLaS_2$ — CaS принадлежат к числу материалов, работающих в длинноволновой ИК области спектра. Такие материалы необходимы для использования в качестве защитных окон, куполов, линз в оптических системах тепловизионного оборудования для авиационных и космических аппаратов, приборов обнаружения, наблюдения, сигнальных устройств и управляемого вооружения. Главным условием для применения материалов для этих целей является их прозрачность в необходимом диапазоне инфракрасного спектра. Применение материалов в качестве защитных окон и куполов в авиационной и космической технике требует, чтобы они могли работать в сложных условиях окружающей среды и при высоких скоростях. Ввиду этого материалы должны иметь высокую температуру плавления, механическую и термическую прочность, стойкость к окислению, сопротивление дождевой эрозии, износостойкость. $NaLaS_2$ и $NaLaS_2$ — CaS обладают таким набором физико-химических свойств, и это позволяет использовать их в качестве идеального материала для защитных окон, линз, призм, обтекателей сенсорных систем, работающих в интервале длин волн 8—12 мкм в сложных условиях механических, термических и химических нагрузок [1]—[6].

Дисульфид натрия лантана с добавками щелочных, щелочноземельных металлов может использоваться в качестве пигмента для окрашивания пластиков, керамик, красок, резины, глазури, бумаги, чернил, косметики, ламинатов. Применяемые в настоящее время пигменты обычно содержат в своем составе токсичные металлы (кадмий, свинец, хром, кобальт) [7]. Использование таких пигментов строго контролируется, а в некоторых странах запрещено вследствие их токсичности. Ввиду этого существует экономическая и техническая необходимость поиска замещающих их нетоксичных пигментов. Редкоземельные сульфиды являются многообещающими кандидатами на использование в качестве пигментов для окрашивания пластиков, красок, резины, керамики, глазури, бумаги, чернил, косметики [8]—[16]. В этом классе соединений дисульфид натрия лантана, легированный щелочными, щелочноземельными, редкоземельными элементами, представляет существенный интерес для использования в качестве пигментов [11], [15], поскольку легирование дает очень широкий интервал цветов, хорошую способность к окрашиванию и диспергированию (особенно в пластиках), термическую и химическую стабильность.

4.2 Соединение $NaLaS_2$ и твердые растворы системы $NaLaS_2$ — CaS получаются методом вакуумного рекристаллизационного прессования предварительно синтезированных порошков исходного материала [17], [18]. Порошки $NaLaS_2$ и твердых растворов системы $NaLaS_2$ — CaS готовятся методом твердофазного синтеза [3], [17], [18]. При получении $NaLaS_2$ смесь La_2O_3 и $NaHCO_3$, содержащую избыточные 20 % по массе $NaHCO_3$ относительно стехиометрии, нагревается в потоке CS_2 до температуры 1200 К. Избыток $NaHCO_3$ в смеси способствует полноте реакции, лучшему формированию структуры и росту частиц за счет их рекристаллизации. Для получения твердых растворов системы $NaLaS_2$ — CaS в смесь La_2O_3 и $NaHCO_3$ вводится $CaCO_3$. Смеси выдерживают при температуре 1200 К 2 ч, а затем охлаждают до комнатной температуры со скоростью 0,5 К в мин. В результате получается поликристаллический порошок с оптимальным для рекристаллизационного прессования размером частиц — 20—40 мм.

Для получения поликристаллов $NaLaS_2$ и твердых растворов системы $NaLaS_2$ — CaS порошки соответствующих составов прессуются при температуре 1600 К и давлении 200 МПа. Давление поднимается на 20 МПа каждые 6 мин, а температура до необходимой величины поднимается в течение 5 ч. Поскольку при этом происходит частичная потеря серы, для получения необходимого состава образцы подвергают дополнительному отжигу в атмосфере паров серы. Полученные таким образом поликристаллические материалы однофазны и имеют кубическую структуру типа NaCl с параметром решетки, монотонно изменяющимся от 5,878 Å ($NaLaS_2$) до 5,740 Å (10 мол. % $NaLaS_2$). Средний размер зерен в поликристаллах — 30 мкм. Образцы прозрачны в области длин волн 0,45—20 мкм, полосы поглощения примесных фаз в их спектрах пропускания отсутствуют.

4.3 Измерения коэффициента теплопроводности образцов выполнялись абсолютным стационарным методом, основанном на создании линейного теплового потока через исследуемый образец. Использованная авторами экспериментальная установка представляет собой модифицированный вариант низкотемпературной экспериментальной установки, описание которой приведено в статье [19], монографии [20] и справочнике [21] как установки, позволяющей получать надежные экспериментальные данные о коэффициенте теплопроводности. Методика экспериментального определения теплопроводности аттестована ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» в категории методики [22], где

приведены принципиальная схема прибора, методика проведения измерений и расчетные формулы. В этой установке измерения теплопроводности проводят по аналогии с измерениями электрического сопротивления потенциометрическим методом, что исключает необходимость учета контактных тепловых сопротивлений между образцами, нагревателем и холодильниками. Суммарная погрешность результатов измерений на экспериментальной установке в диапазоне температур от 80 К до 400 К с учетом погрешностей измерения мощности нагревателя, излучения с боковых поверхностей образцов и нагревателя, оттока или подвода тепла по проводам, погрешностей измерения геометрических размеров образцов, температуры термопарами составляет 2÷4 % в зависимости от области температур, геометрических размеров исследуемых образцов и их теплопроводности. В поликристаллических образцах твердых растворов системы $NaLaS_2$ — CaS влияние радиационного теплопереноса на экспериментальные результаты коэффициента теплопроводности в области температур ниже 400 К незначительно и перенос тепла обусловлен колебаниями кристаллической решетки (фононами).

4.4 Основой для разработки таблиц стандартных справочных данных явились результаты экспериментального исследования коэффициента теплопроводности оптических материалов на основе твердых растворов $NaLaS_2$ — CaS, проведенного в Институте физики им. Х.И. Амирханова Дагестанского научного центра РАН [23]—[26], следующих составов: $NaLaS_2$; $NaLaS_2$ (80 мол. %) — CaS (20 мол. %); $NaLaS_2$ (60 мол. %) — CaS (40 мол. %); $NaLaS_2$ (50 мол. %) — CaS (50 мол. %); $NaLaS_2$(30 мол. %) — CaS (70 мол. %); $NaLaS_2$ (10 мол. %) — CaS (90 мол.%).

Полученные экспериментальные результаты обобщены и аппроксимированы полиномами третьей степени по методу наименьших квадратов. Ниже представлены аналитические зависимости, аппроксимирующие данные о коэффициенте теплопроводности, κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$ каждого оптического материала

$NaLaS_2$:

$$\kappa = 3{,}442110247 - 0{,}021202427 \cdot T + 6{,}5526 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 - 6{,}88115 \cdot 10^{-8} \cdot T^3; \quad (1)$$

0,8 $NaLaS_2$—0,2 CaS:

$$\kappa = 3{,}63465194 - 0{,}021994165 \cdot T + 6{,}70276 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 - 6{,}9936 \cdot 10^{-8} \cdot T^3; \quad (2)$$

0,6 $NaLaS_2$—0,4 CaS:

$$\kappa = 3{,}695400123 - 0{,}019727054 \cdot T + 5{,}34087 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 - 4{,}9604 \cdot 10^{-8} \cdot T^3; \quad (3)$$

0,5 $NaLaS_2$—0,5 CaS:

$$\kappa = 4{,}324935535 - 0{,}024254645 \cdot T + 6{,}87894 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 - 6{,}85999 \cdot 10^{-8} \cdot T^3; \quad (4)$$

0,3 $NaLaS_2$—0,7 CaS:

$$\kappa = 5{,}299077315 - 0{,}014646172 \cdot T + 2{,}58459 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 - 3{,}03502 \cdot 10^{-8} \cdot T^3; \quad (5)$$

0,1 $NaLaS_2$—0,9 CaS:

$$\kappa = 6{,}332502361 - 0{,}020532691 \cdot T + 3{,}50243 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 - 1{,}45472 \cdot 10^{-8} \cdot T^3. \quad (6)$$

Стандартные справочные данные о коэффициенте теплопроводности оптических материалов на основе твердых растворов $NaLaS_2$ — CaS в диапазоне температур 80 К — 400 К, рассчитанные по уравнениям (1)—(6) при целых значениях температуры и значения суммарной стандартной неопределенности измерения коэффициента теплопроводности $U(\kappa)$ при доверительной вероятности, равной 0,95, представлены в таблицах 1—6. Расчеты суммарной стандартной неопределенности проведены по ГОСТ 34100.3.

В таблицах А.1—А.6 приложения А приведены первичные экспериментальные данные ($\kappa_{эксп}$) о коэффициенте теплопроводности, данные ($\kappa_{расч}$), рассчитанные по зависимостям (1)—(6), и отклонения в процентах расчетных данных от экспериментальных

$$\delta\kappa = \frac{\kappa_{эксп} - \kappa_{расч}}{\kappa_{эксп}} \cdot 100. \quad (7)$$

Из таблиц А.1—А.6 следует, что это отклонение не превышает 1,5%, что составляет величину меньшую суммарной погрешности эксперимента.

Таблица 1 — Стандартные справочные данные о теплопроводности $NaLaS_2$

T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
80	2,13	0,049	245	1,17	0,041
85	2,07	0,048	250	1,16	0,041
90	2,01	0,048	255	1,16	0,041
95	1,96	0,047	260	1,15	0,041
100	1,91	0,047	265	1,14	0,041
105	1,86	0,046	270	1,14	0,042
110	1,81	0,046	275	1,14	0,042
115	1,76	0,045	280	1,13	0,042
120	1,72	0,044	285	1,13	0,043
125	1,68	0,044	290	1,12	0,043
130	1,64	0,044	295	1,12	0,043
135	1,60	0,043	300	1,12	0,044
140	1,57	0,043	305	1,12	0,044
145	1,54	0,043	310	1,12	0,044
150	1,50	0,042	315	1,11	0,044
155	1,47	0,042	320	1,11	0,045
160	1,44	0,042	325	1,11	0,045
165	1,42	0,041	330	1,11	0,045
170	1,39	0,041	335	1,10	0,045
175	1,37	0,041	340	1,10	0,046
180	1,35	0,041	345	1,10	0,046
185	1,33	0,041	350	1,10	0,047
190	1,31	0,040	355	1,09	0,047
195	1,29	0,040	360	1,09	0,047
200	1,27	0,040	365	1,09	0,047
205	1,26	0,040	370	1,08	0,047
210	1,24	0,040	375	1,08	0,048
215	1,23	0,040	380	1,07	0,048
220	1,22	0,040	385	1,06	0,048
225	1,20	0,040	390	1,06	0,048
230	1,19	0,04	395	1,05	0,048
235	1,18	0,04	400	1,04	0,048
240	1,18	0,041	405	1,03	0,048

Таблица 2 — Стандартные справочные данные о теплопроводности твердого раствора 0,8 $NaLaS_2$ — 0,2 CaS

T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
80	2,27	0,052	95	2,09	0,051
85	2,21	0,052	100	2,04	0,050
90	2,15	0,051	105	1,98	0,049

Окончание таблицы 2

T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
110	1,93	0,049	260	1,22	0,044
115	1,88	0,048	265	1,21	0,044
120	1,84	0,048	270	1,21	0,044
125	1,80	0,047	275	1,20	0,044
130	`1,75	0,046	280	1,20	0,045
135	1,71	0,046	285	1,20	0,045
140	1,68	0,046	290	1,19	0,045
145	1,64	0,045	295	1,19	0,045
150	1,61	0,045	300	1,18	0,046
155	1,58	0,045	305	1,18	0,046
160	1,54	0,044	310	1,17	0,046
165	1,52	0,044	315	1,17	0,047
170	1,49	0,044	320	1,17	0,047
175	1,46	0,044	325	1,16	0,047
180	1,44	0,044	330	1,16	0,048
185	1,42	0,043	335	1,16	0,048
190	1,4	0,043	340	1,16	0,048
195	1,38	0,043	345	1,15	0,048
200	1,36	0,043	350	1,15	0,049
205	1,34	0,043	355	1,14	0,049
210	1,32	0,043	360	1,14	0,049
215	1,31	0,044	365	1,14	0,050
220	1,30	0,043	370	1,13	0,050
225	1,28	0,043	375	1,12	0,050
230	1,27	0,043	380	1,12	0,050
235	1,26	0,043	385	1,11	0,050
240	1,25	0,043	390	1,10	0,050
245	1,24	0,043	395	1,09	0,050
250	1,23	0,043	400	1,08	0,050
255	1,22	0,043	405	1,08	0,050

Т а б л и ц а 3 — Стандартные справочные данные о теплопроводности твердого раствора 0,6 $NaLaS_2$ — 0,4 CaS

T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
80	2,43	0,056	110	2,10	0,053
85	2,37	0,055	115	2,06	0,052
90	2,32	0,055	120	2,01	0,052
95	2,26	0,055	125	1,97	0,052
100	2,21	0,054	130	1,92	0,051
105	2,16	0,054	135	1,88	0,051

Окончание таблицы 3

T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
140	1,84	0,050	275	1,28	0,047
145	1,81	0,050	280	1,27	0,048
150	1,77	0,050	285	1,26	0,048
155	1,74	0,049	290	1,26	0,048
160	1,70	0,049	295	1,25	0,048
165	1,67	0,049	300	1,24	0,048
170	1,64	0,048	305	1,24	0,049
175	1,61	0,048	310	1,23	0,049
180	1,58	0,048	315	1,23	0,049
185	1,56	0,048	320	1,23	0,049
190	1,54	0,048	325	1,22	0,050
195	1,51	0,047	330	1,22	0,050
200	1,49	0,047	335	1,22	0,050
205	1,47	0,047	340	1,21	0,050
210	1,45	0,047	345	1,21	0,051
215	1,43	0,047	350	1,21	0,051
220	1,41	0,047	355	1,20	0,051
225	1,40	0,047	360	1,20	0,052
230	1,38	0,047	365	1,20	0,052
235	1,36	0,047	370	1,20	0,053
240	1,35	0,047	375	1,19	0,053
245	1,34	0,047	380	1,19	0,053
250	1,33	0,047	385	1,19	0,053
255	1,32	0,047	390	1,18	0,054
260	1,30	0,047	395	1,18	0,054
265	1,30	0,047	400	1,18	0,054
270	1,29	0,047	405	1,17	0,054

Таблица 4 — Стандартные справочные данные о теплопроводности твердого раствора 0,5 $NaLaS_2$ — 0,5 CaS

T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
80	2,79	0,064	125	2,23	0,058
85	2,72	0,063	130	2,18	0,058
90	2,65	0,063	135	2,14	0,058
95	2,58	0,062	140	2,09	0,057
100	2,52	0,062	145	2,04	0,056
105	2,46	0,061	150	2,00	0,056
110	2,40	0,060	155	1,96	0,056
115	2,34	0,060	160	1,92	0,055
120	2,29	0,059	165	1,89	0,055

Окончание таблицы 4

T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
170	1,85	0,054	290	1,40	0,053
175	1,82	0,054	295	1,40	0,054
180	1,79	0,054	300	1,39	0,054
185	1,76	0,054	305	1,38	0,054
190	1,73	0,053	310	1,37	0,054
195	1,70	0,053	315	1,37	0,055
200	1,68	0,053	320	1,36	0,055
205	1,65	0,053	325	1,35	0,055
210	1,63	0,053	330	1,35	0,055
215	1,61	0,053	335	1,34	0,055
220	1,59	0,053	340	1,33	0,055
225	1,57	0,052	345	1,33	0,056
230	1,55	0,052	350	1,32	0,056
235	1,53	0,052	355	1,31	0,056
240	1,52	0,052	360	1,31	0,056
245	1,50	0,052	365	1,30	0,056
250	1,49	0,052	370	1,29	0,056
255	1,48	0,052	375	1,28	0,056
260	1,46	0,052	380	1,28	0,057
265	1,45	0,053	385	1,27	0,057
270	1,44	0,053	390	1,26	0,057
275	1,43	0,053	395	1,25	0,057
280	1,42	0,053	400	1,24	0,057
285	1,41	0,053	405	1,23	0,057

Т а б л и ц а 5 — Стандартные справочные данные о теплопроводности твердого раствора 0,3 $NaLaS_2$ — 0,7 CaS

T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
80	4,16	0,096	145	3,32	0,092
85	4,09	0,095	150	3,26	0,091
90	4,02	0,095	155	3,20	0,091
95	3,96	0,095	160	3,15	0,091
100	3,89	0,095	165	3,09	0,090
105	3,82	0,095	170	3,03	0,089
110	3,76	0,095	175	2,98	0,089
115	3,70	0,094	180	2,92	0,088
120	3,63	0,094	185	2,87	0,088
125	3,57	0,094	190	2,82	0,087
130	3,50	0,093	195	2,77	0,087
135	3,44	0,092	200	2,72	0,086
140	3,38	0,092	205	2,67	0,085

Окончание таблицы 5

T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
210	2,62	0,085	310	1,91	0,075
215	2,57	0,084	315	1,89	0,075
220	2,52	0,083	320	1,87	0,075
225	2,48	0,083	325	1,85	0,075
230	2,44	0,082	330	1,84	0,075
235	2,39	0,081	335	1,82	0,075
240	2,35	0,081	340	1,81	0,075
245	2,31	0,080	345	1,80	0,076
250	2,27	0,080	350	1,79	0,076
255	2,24	0,080	355	1,78	0,076
260	2,20	0,079	360	1,78	0,077
265	2,16	0.078	365	1,77	0,077
270	2,13	0,078	370	1,77	0,078
275	2,10	0,078	375	1,77	0,078
280	2,07	0,077	380	1,77	0,079
285	2,04	0.077	385	1,78	0.080
290	2,01	0,077	390	1,78	0,081
295	1,98	0,076	395	1,79	0,082
300	1,96	0,076	400	1,80	0,083
305	1,93	0,076	405	1,80	0,083

Т а б л и ц а 6 — Стандартные справочные данные о теплопроводности твердого раствора 0,1 $NaLaS_2$ — 0,9 CaS

T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
80	4,91	0,112	160	3,88	0,112
85	4,83	0,112	165	3,83	0,111
90	4,76	0,113	170	3,78	0,111
95	4,68	0,113	175	3,73	0,111
100	4,61	0,113	180	3,69	0,111
105	4,54	0,113	185	3,64	0,111
110	4,48	0,113	190	3,60	0,111
115	4,41	0,113	195	3,55	0,111
120	4,35	0,113	200	3,51	0,111
125	4,28	0,112	205	3,47	0,111
130	4,22	0,112	210	3,43	0,111
135	4,16	0,112	215	3,39	0,111
140	4,10	0,112	220	3,36	0,111
145	4,05	0,112	225	3,32	0,111
150	3,99	0,112	230	3,28	0,111
155	3,94	0,112	235	3,25	0,111

Окончание таблицы 6

T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	T, К	κ, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$U(\kappa)$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$
240	3,22	0,111	325	2,86	0,116
245	3,19	0,111	330	2,85	0,117
250	3,16	0,111	335	2,84	0,117
255	3,13	0,111	340	2,83	0,118
260	3,10	0,111	345	2,82	0,118
265	3,08	0,112	350	2,81	0,119
270	3,06	0,112	355	2,81	0,120
275	3,03	0,112	360	2,80	0,121
280	3,01	0,112	365	2,80	0,122
285	2,99	0.113	370	2,79	0,122
290	2,97	0,113	375	2,79	0,123
295	2,95	0,113	380	2,79	0,124
300	2,93	0,114	385	2,79	0,125
305	2,91	0,114	390	2,79	0,126
310	2,90	0,114	395	2,79	0,127
315	2,88	0,115	400	2,79	0,128
320	2,87	0,115	405	2,80	0,130

Приложение А
(справочное)

Отклонение экспериментальных данных о теплопроводности от расчетных значений

Таблица А.1 — Отклонение экспериментальных данных о теплопроводности $NaLaS_2$ от рассчитанных по (1)

T, К	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\delta\kappa$, %
81,39	2,13	2,113	0,78
83,87	2,14	2,084	0,75
84,28	2,10	2,079	0,98
85,18	2,08	2,069	0,53
87,78	2,05	2,039	0,52
92,48	1,98	1,987	–0,36
97,77	1,92	1,931	–0,58
98,78	1,90	1,921	–1,09
108,39	1,81	1,826	–0,89
119,44	1,71	1,727	–1,01
123,18	1,68	1,696	–0,95
130,80	1,62	1,636	–0,98
136,74	1,58	1,592	–0,77
143,80	1,53	1,544	–0,89
151,30	1,50	1,496	0,28
160,81	1,44	1,441	–0,06
163,94	1,42	1,424	0,06
168,80	1,40	1,399	0,05
171,03	1,40	1,388	0,83
174,82	1,38	1,370	0,69
178,61	1,35	1,353	–0,25
189,86	1,31	1,308	0,18
199,66	1,28	1,273	0,52
205,93	1,26	1,254	0,50
213,74	1,24	1,232	0,65
221,16	1,22	1,214	0,50
236,51	1,20	1,182	1,05
239,23	1,19	1,178	1,02
252,87	1,16	1,158	0,17
260,48	1,15	1,149	0,08
268,55	1,14	1,141	–0,10
276,41	1,14	1,135	0,46
290,78	1,13	1,125	0,40
296,81	1,13	1,122	0,68
301,88	1,12	1,118	0,18
307,58	1,12	1,115	0,45
313,11	1,11	1,117	–0,22

Окончание таблицы А.1

T, К	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\delta\kappa$, %
318,24	1,10	1,113	–1,18
322,28	1,10	1,111	–1,00
327,76	1,10	1,109	–0,82
332,28	1,10	1,107	–0,64
341,13	1,09	1,103	–1,19
357,18	1,08	1,093	–1,20
361,68	1,08	1,090	–0,89
378,96	1,08	1,072	0,80
380,25	1,07	1,071	–0,09
383,70	1,06	1,067	–0,66
385,17	1,06	1,065	–0,47
389,32	1,06	1,059	0,11
394,34	1,06	1,051	0,85
396,36	1,06	1,050	0,94
400,76	1,05	1,040	0,95
402,24	1,04	1,037	0,29

Таблица А.2 — Отклонение экспериментальных данных о теплопроводности 0,8 $NaLaS_2$ — 0,2 CaS от рассчитанных по (2)

T, К	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\delta\kappa$, %
81,52	2,27	2,249	0,91
83,91	2,24	2,220	0,90
85,82	2,21	2,196	0,61
89,04	2,16	2,158	0,08
91,88	2,12	2,125	–0,26
95,10	2,09	2,089	0,04
98,03	2,05	2,057	–0,33
101,19	2,02	2,023	–0,14
106,69	1,95	1,966	–0,83
111,51	1,91	1,918	–0,45
115,09	1,87	1,884	–0,78
122,07	1,81	1,821	–0,63
126,12	1,78	1,787	–0,37
133,02	1,72	1,730	–0,60
138,43	1,68	1,690	–0,53
147,58	1,62	1,624	–0,24
155,73	1,57	1,571	–0,06
162,05	1,53	1,533	–0,20
167,76	1,50	1,501	–0,07
171,13	1,48	1,483	–0,22
177,89	1,45	1,450	0

Окончание таблицы А.2

T, К	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\delta\kappa$, %
186,10	1,42	1,412	0,55
196,38	1,38	1,371	0,67
203,70	1,35	1,344	0,40
208,93	1,34	1,327	0,93
212,11	1,33	1,318	0,92
228,83	1,28	1,274	0,50
234,34	1,27	1,261	0,68
251,12	1,24	1,231	0,74
258,13	1,23	1,220	0,76
269,21	1,21	1,207	0,26
273,83	1,20	1,202	–0,17
288,72	1,19	1,189	0,11
291,08	1,18	1,187	–0,59
298,82	1,18	1,181	–0,12
302,05	1,18	1,179	0,06
309,24	1,17	1,175	–0,42
311,98	1,17	1,173	–0,28
319,77	1,16	1,169	–0,75
327,19	1,16	1,164	–0,38
331,08	1,15	1,162	–1,04
343,91	1,15	1,154	–0,32
358,11	1,14	1,142	–0,21
364,41	1,13	1,136	–0,57
377,12	1,12	1,122	–0,18
383,18	1,11	1,114	–0,34
386,61	1,11	1,109	0,11
393,18	1,10	1,098	0,17
396,21	1,10	1,093	0,65
403,80	1,09	1,072	1,10

Т а б л и ц а А.3 — Отклонение экспериментальных данных о теплопроводности 0,6 $NaLaS_2$ — 0,4 CaS от рассчитанных по (3)

T, К	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\delta\kappa$, %
81,18	2,44	2,419	0,84
82,81	2,41	2,400	0,42
84,48	2,39	2,380	0,41
87,05	2,36	2,350	0,42
89,74	2,33	2,319	0,46
92,48	2,30	2,228	0,50
95,54	2,26	2,254	0,22
99,96	2,19	2,208	–0,80

Окончание таблицы А.3

T, К	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\delta\kappa$, %
102,00	2,17	2,166	–0,75
105,66	2,13	2,118	–0,88
108,86	2,10	2,116	–0,80
112,44	2,07	2,082	–0,52
121,81	1,98	1,995	–0,77
126,02	1,97	1,958	0.59
134,75	1,87	1,885	–0,83
159,10	1,70	1,708	–0,53
167,60	1,65	1,656	–0,35
173,72	1,61	1,620	–0,63
185,07	1,57	1,559	0,68
192,93	1,53	1,521	0,57
198,95	1,50	1,494	0,40
204,06	1,48	1,472	0,52
209,40	1,46	1,451	0,62
215,12	1,44	1,429	0,73
220,88	1,42	1,409	0,76
227,21	1,40	1,388	0,82
233,38	1,38	1,370	0,73
250,81	1,33	1,325	0,40
254,72	1,32	1,316	0,30
275,33	1,29	1,277	0,98
295,32	1,25	1,250	0
297,16	1,24	1,248	–0,73
300,44	1,24	1,244	–0,34
303,62	1,23	1,241	–0,89
307,72	1,23	1,237	–0,56
313,03	1,22	1,227	–0,98
318,96	1,22	1,227	–0,59
326,94	1,21	1,221	–0,91
331,59	1,21	1,218	–0,66
346,74	1,20	1,208	–0,67
354,36	1,20	1,204	–0,35
358,97	1,19	1,202	–1,01
367,83	1,19	1,197	–0,59
378,14	1,19	1,191	–0,05
382,46	1,18	1,188	–0,68
391,19	1,18	1,182	–0,17
395,12	1,18	1,179	0,08
398,85	1,18	1,177	0,25
404,37	1,18	1,172	0,68

Т а б л и ц а А.4 — Отклонение экспериментальных данных о теплопроводности 0,5 $NaLaS_2$ — 0,5 CaS от рассчитанных по (4)

T, К	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\delta\kappa$, %
82,28	2,78	2,757	0,84
83,95	2,75	2,733	0,62
86,13	2,72	2,702	0,65
89,36	2,66	2,658	0,08
95,50	2,59	2,576	0,53
99,96	2,51	2,519	–0,37
102,04	2,48	2,493	–0,54
108,48	2,39	2,416	–1,07
118,85	2,28	2,299	–0,82
124,67	2,22	2,237	–0,78
127,58	2,19	2,208	–0,81
141,66	2,06	2,074	–0,70
146,41	2,02	2,033	–0,65
161,31	1,91	1,914	–0,23
165,41	1,89	1,885	0,284
174,91	1,83	1,820	0,55
186,47	1,75	1,749	0,04
196,71	1,70	1,693	0,39
201,81	1,67	1,668	0,13
207,44	1,65	1,641	0,53
213,36	1,62	1,615	0,30
220,11	1,60	1,587	0,78
227,12	1,58	1,561	1,21
237,93	1,53	1,524	0,38
249,33	1,50	1,480	0,66
253,22	1,49	1,480	0,66
266,27	1,46	1,449	0,77
278,92	1,43	1,423	0,50
288,49	1,41	1,406	0,30
299,66	1,38	1,388	–0,57
303,81	1,37	1,382	–0,86
308,36	1,37	1,375	–0,38
313,86	1,36	1,368	–0,57
319,58	1,35	1,360	–0,75
328,67	1,34	1,348	–0,63
340,16	1,32	1,334	–1,06
346,66	1,32	1,326	–0,43
360,38	1,30	1,307	–0,56
367,14	1,29	1,297	–0,58
378,12	1,28	1,280	0

Окончание таблицы А.4

T, К	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\delta\kappa$, %
381,88	1,27	1,274	–0,31
386,41	1,27	1,266	0,32
401,06	1,25	1,237	1,04

Т а б л и ц а А.5 — Отклонение экспериментальных данных о теплопроводности 0,3 $NaLaS_2$ — 0,7 CaS от рассчитанных по (5)

T, К	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\delta\kappa$, %
81,82	4,17	4,134	0,85
84,91	4,11	4,093	0,42
88,85	4,03	4,039	–0,23
91,02	4,00	4,010	–0,26
98,03	3,89	3,917	–0,69
101,19	3,86	3,875	–0,39
104,41	3,81	3,832	–0,59
116,79	3,64	3,672	–0,88
121,51	3,59	3,612	–0,61
129,20	3,51	3,515	–0,15
137,16	3,44	3,417	0,66
142,34	3,39	3,354	1,05
152,13	3,27	3,238	0,99
167,41	3,08	3,062	0,58
172,24	3,03	3,008	0,72
182,21	2,92	2,900	0,69
191,61	2,81	2,801	0,32
202,27	2,71	2,694	0,81
208,43	2,63	2,633	–0,19
217,58	2,55	2,547	0,10
221,15	2,51	2,515	–0,19
227,32	2,45	2,460	–0,40
235,11	2,37	2,393	–0,97
243,32	2,31	2,326	–0,68
247,76	2,27	2,29	–0,91
253,33	2,23	2,248	–0,81
263,78	2,16	2,172	–0,58
269,61	2,12	2,133	–0,61
276,38	2,08	2,089	–0,45
283,70	2,03	2,045	–0,74
291,12	1,99	2,003	–0,66
303,89	1,93	1,939	–0,45
308,39	1,91	1,918	–0,43
314,34	1,90	1,893	0,36

Окончание таблицы А.5

T, К	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\delta\kappa$, %
319,83	1,89	1,872	0,95
325,11	1,87	1,854	0,88
338,34	1,83	1,815	0,82
344,37	1,82	1,801	1,02
351,18	1,80	1,789	0,62
358,51	1,79	1,779	0,62
368,20	1,79	1,772	1,02
372,90	1,79	1,771	1,08
379,18	1,78	1,772	0,46
388,51	1,78	1,779	0,07
392,21	1,78	1,783	–0,19
398,03	1,78	1,793	–0,73
401,94	1,78	1,800	–1,12

Таблица А.6 — Отклонение экспериментальных данных о теплопроводности 0,1 $NaLaS_2$ — 0,9 CaS от рассчитанных по (6)

T, К	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\delta\kappa$, %
82,03	4,87	4,876	–0,13
86,37	4,79	4,811	–0,44
91,58	4,78	4,735	0,95
97,20	4,60	4,654	–1,18
102,98	4,56	4,574	–0,30
108,25	4,48	4,502	–0,49
116,50	4,39	4,392	–0,06
122,76	4,31	4,313	–0,06
129,63	4,25	4,228	0,52
135,93	4,19	4,152	0,90
144,96	4,08	4,048	0,79
153,15	4,00	3,957	1,07
162,78	3,89	3,855	0,89
174,52	3,75	3,738	0,30
182,37	3,67	3,664	0,15
188,01	3,58	3,613	–0,94
194,06	3,56	3,561	–0,02
201,18	3,50	3,501	–0,02
207,92	3,43	3,447	–0,49
214,30	3,38	3,398	–0,52
224,91	3,31	3,321	–0,32
232,84	3,27	3,267	0,09
246,41	3,16	3,188	–0,88
248,22	3,15	3,171	–0,68

Окончание таблицы А.6

T, К	$\kappa_{эксп}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\kappa_{расч}$, Вт · м$^{-1}$ · К$^{-1}$	$\delta\kappa$, %
253,85	3,12	3,139	–0,62
261,52	3,08	3,098	–0,58
267,36	3,05	3,068	–0,60
278,10	3,01	3,018	–0,27
284,19	2,97	2,992	–0,74
298,83	2,96	2,936	0,80
302,07	2,94	2,925	0,51
305,81	2,92	2,913	0,24
310,08	2,91	2,900	0,36
316,95	2,89	2,880	0,35
327,54	2,86	2,853	0,22
349,46	2,84	2,814	0,93
356,30	2,83	2,805	0,88
362,73	2,82	2,799	0,76
373,52	2,81	2,792	0,66
377,55	2,80	2,790	0,36
381,50	2,78	2,789	–0,31
385,90	2,78	2,789	–0,31
390,40	2,77	2,789	–0,69
396,30	2,77	2,791	–0,75
402,22	2,77	2,794	–0,85

Библиография

[1] Isaacs I.J., Hopkins R.H., Kramer W.E. Study of $NaLaS_2$ as an Infrared Window Material//J. Electron. Mater. — 1975. — V. 4. — N 6. — P. 1181—1189

[2] Li H., Li P., Zhang J., Tian L., Li H., Zhao J., Luo F. Powder preparation and high infrared performance of $NaLaS_2$ transparent ceramics//Ceramics International — 2017, gost.e-ecolog.ru

[3] Sokolov V.V., Kamarzin A.A., Trushnikova L.N., Savelyeva M.V. Optical Materials Containing rare earth Ln2S3 Sulfides//J. Alloys and Comp. — 1995. — V. 225. — N 2. — P. 567—570

[4] Li H., Ding W., Gu Z., Li H., Zhao J., Fu L. Preparation and infrared transmittance of $NaLaS_2$ ceramics//Materials Letters. — 2015. — V. 156. — P. 62—64

[5] Morgan P.E.D., Koutsoutis M.S. Fused Salt Synthesis of Materials for IR Windows//Mat. Res. Bull. — 1987. — V. 22. — P. 617—621

[6] Li P., Jie W., Li H. Infrared transmission of Na+—doped γ—La_2S_3 ceramics densified by hot pressing//J. Phys. D: Appl. Phys. — 2011. — V. 44. — 095402 (5pp)

[7] High Performance Pigments / Ed. by Faulkner E.B., Schwartz Z.R.J. — 2009. — p. 538

[8] Biswas K., Varadaraju U.V. Stabilization of γ—La_2S_3 by alkali metal ion doping//Mat. Res. Bull. — 2007. — P. 385—388

[9] Chopin T., Dupuis D. Rare earth metal sulfide pigment composition//Patent US — 5401309. — 1995

[10] Perrin M.—A., Wimmer E. Color of pure and alkali-doped cerium sulfide. A local- density-functional study//Phys. Rev. B. — 1996. — V. 54. — N 4. — P. 2428—2435

[11] Aubert M., Macandiere P. Rare-earth and alkali sulphide, method for preparing same

[12] Romero S., Mosset A., Trombe J.C. Study of some ternary and quaternary systems based on γ–Ce_2S_3 using oxalate complexes stabilization and coloration//J. Alloys and Comp. — 1998. — V. 269. — N 1—2. — P. 98—106

[13] Vasilyeva I.G., Ayupov B.M., Vlasov V.V., Malakhov V.V. Macaudiere P., Maestro P. Color and chemical heterogeneities of γ–[Na]–Ce_2S_3 solid solutions//J. Alloys and Comp. — 1998. — V. 268. — N 1. — P. 72—77

[14] Kalarical J. S., Nair B. U., Thirumalahan R. Process for preparation of inorganic colorants from mixed rare earth compounds//Patent US — 7279036. — B2. — 2007

[15] Chen G., Zhu Z., Lin H., Wu Y., Zhu Ch. Preparation of SiO_2 coated Ce_2S_3 red pigment with improved thermal stability//J. of Rare Earth. — 2013. — V. 31. — N 9 — P. 891—896

[16] Reddy M.L. Preparation of green colorant from mixed rare earth and molybdenum compounds and process of surface coating thereof//Patent US 9240842. — B2. — 2016

[17] Dronova G.N., Mironov I.A., Roze O.P., Kamarzin A.A., Sokolov V.V., Trushnikova L.N. Conditions for obtaining an optical ceramics based on solid solutions of $NaLaS_2$ — CaS for the 8—14 μm spectral region//J. Opt. Technology. — 1996. — V. 63. — N 3. — P. 249—251

[18] Трушникова Л.Н., Савельева М.В, Соколов В.В., Потапова О.Г. Твердые растворы в системе $NaLaS_2$ — CaS// V Всесоюзная конференция по физике и химии редкоземельных полупроводников: Саратов. — Изд-во Саратовского университета, 1990. — Ч. 2. — С. 61

[19] Девяткова Е.Д., Петров А.В., Смирнов И.А., Мойжес Б.Я. Плавленый кварц как образцовый материал при измерении теплопроводности//ФТТ. — 1960. — Т. 2. — N 4. — С. 738—746

[20] Охотин А.С., Пушкарский А.С., Горбачев В.С. Теплофизические свойства полупроводников. — М.: Атомиздат, 1972. — 200 с.

[21] Теплопроводность твердых тел. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 321 с.

[22] ГСССД МЭ 218—2014. Методика экспериментального определения теплопроводности твердых тел в диапазоне температур 80—450 К С.М. Лугуев, И.А. Смирнов, Н.В. Лугуева; Росс.научно-техн. центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия. — М., 2014. — 30 с.

[23] Лугуев С.М., Лугуева Н.В., Исмаилов Ш.М., Соколов В.В. Теплофизические свойства твердых растворов системы $NaLaS_2$ — CaS//Фазовые превращения в твердых растворах и сплавах. Труды Международного симпозиума ОМА—2002. — Сочи. — 2002. — Ч. 2. — С. 11—14

[24] Luguev S.M., Lugueva N.V., and Sokolov V.V. The thermal conductivity of $NaLaS_2$ — CaS solid solutions//High Temp.—High Press. — 2010. — V. 39. — N 1. — P. 33—41

[25] Лугуева Н.В., Дронова Г.Н., Лугуев С.М., Наумова И.А. Теплопроводность оптической керамики из $NaLaS_2$// ОМП. — 1987. — № 3. — С. 29—30

[26] Лугуев С.М., Лугуева Н.В., Соколов В.В. Теплопроводность твердых растворов системы $NaLaS_2$—CaS//Доклады VI Международной конференции «Прикладная оптика — 2004». — С.-Петербург, — 2004. — Т. 2. — С. 89—92

УДК 536.21:006.354 ОКС 17.020

Ключевые слова: стандартные справочные данные, вещества, материалы, свойства, неопределенность

БЗ 11—2019/62

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 11.11.2019. Подписано в печать 20.12.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,23.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru