دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران مرکزی

دانشکده علوم پایه، گروه فیزیک

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد(M.Sc)

گرایش : حالت جامد

عنوان:

بررسی خواص گرمایی نانو آلیاژ Al-Mg با روش شبیه‌سازی دینامیک مولکولی

استاد راهنما :

دکتر جمال داودی

استاد مشاور :

دکترناصر زارع دهنوی

پژوهشگر:

سیده فاطمه جمالی

تابستان ۱۳۹۰

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به :

به پاس تعبیر عظیم و انسانی‌شان از کلمه ایثار،
به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان،
به پاس قلب بزرگشان که فریادرس است در پریشانی‌ها،
و به پاس محبت‌های بی‌دریغ‌شان که هرگز فروکش نمی‌کند،
این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می‌کنم.

تشکر و قدردانی :

در اینجا برخود لازم می‌دانم از کلیه افرادی که به‌نحوی مرا در انجام این پایان‌نامه یاری رساندند تشکر و قدردانی نمایم. به‌خصوص از استاد گرامی، جناب آقای دکتر جمال داودی که به‌عنوان استاد راهنمای پایان‌نامه با کمک‌های دلسوزانه و بی‌دریغ خود مرا در طول انجام این پایان‌نامه ارشاد و راهنمایی کردند، و جناب آقای دکتر ناصر زارع دهنوی به‌عنوان استاد مشاور تشکر و قدردانی به‌عمل آورم. همچنین از دوستانی که در طول انجام این پایان‌نامه همراه و راهنمای من بوده‌اند کمال سپاسگذاری را دارم.

بسمه تعالی

تعهد نامه اصالت پایان نامه کارشناسی ارشد

اینجانب سیده فاطمه جمالی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته فیزیک حالت جامد با شماره دانشجویی ۸۷۰۸۵۱۱۷۱۰۰ اعلام می‌نمایم که کلیه مطالب مندرج در این پایان‌نامه با عنوان : بررسی خواص گرمایی نانو آلیاژ Al-Mg با روش شبیه‌سازی دینامیک مولکولی، حاصل کار پژوهشی خود بوده و چنانچه دستاوردهای پژوهشی دیگران را مورد استفاده قرار داده باشم، طبق ضوابط و رویه های جاری، آنرا ارجاع داده و در فهرست منابع و مآخذ ذکر نموده‌ام. علاوه بر آن تأکید می‌نمایم که این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم سطح، پایین‌تر یا بالاتر ارائه نشده و چنانچه در هر زمان خلاف آن ثابت شود، بدینوسیله متعهد می شوم، در صورت ابطال مدرک تحصیلی‌ام توسط دانشگاه، بدون کوچکترین اعتراض آنرا بپذیرم.

تاریخ و امضاء:

بسمه تعالی

در تاریخ : ۹۰/۶/۲۷

دانشجوی کارشناسی ارشد آقای/ خانم **سیده فاطمه جمالی** از رساله خود دفاع نموده

و با نمره **۱۸** بحروف **هجده** و با درجه

مورد تصویب قرار گرفت.

امضاء استاد راهنما:

بسمه تعالی

دانشکده علوم پایه

****

(این چکیده به منظور چاپ در پژوهش نامه دانشگاه تهیه شده است)

نام واحد دانشگاهی: تهران مرکز **کد واحد:** ۱۰۱	**کد شناسایی پایان نامه:** ۱۰۱۳۰۲۱۱۸۸۲۰۰٤
عنوان پایان نامه: بررسی خواص گرمایی نانو آلیاژ Al-Mg با روش شبیه‌سازی دینامیک مولکولی	
نام و نام خانوادگی دانشجو: سیده فاطمه جمالی **شماره دانشجویی:** ۸۷۰۸۵۱۱۷۱۰۰ **رشته تحصیلی:** فیزیک حالت جامد	**تاریخ شروع پایان نامه: ۸۹/٤/۱** **تاریخ اتمام پایان نامه: ۹۰/٦/۲۷**
استاد / استادان راهنما: دکتر جمال داودی **استاد / استادان مشاور:** دکتر ناصر زارع دهنوی	
آدرس و شماره تلفن: زنجان- اعتمادیه- خیابان هشمت‌اله سلطانی- پ ٥٦- تلفن: ۰۲٤۱٤۲۲۱۷۲٤	

چکیده پایان نامه (شامل خلاصه، اهداف، روش های اجرا و نتایج به دست آمده) :

هدف این پژوهش محاسبه‌ی خواص گرمایی آلیاژ Al-x%Mg در مقیاس ماکرو ونانو بود. تکنیک شبیه‌سازی دینامیک مولکولی(MD) برای محاسبه‌ی انرژی همدوسی، ضریب انبساط حرارتی، دمای ذوب و ظرفیت گرمایی ویژه در آنسامبل دما و فشار ثابت (NPT) استفاده شده است. برهمکنش میان اتم‌ها هم‌اندازه با انرژی همدوسی در سیستم آلیاژ نمونه بوسیله‌ی پتانسیل Cleri-Rosato محاسبه شده است. همچنین دما و فشار سیستم بترتیب بوسیله‌ی مقیاس بندی سرعت و باروستات برنسن کنترل شد. اثر اندازه‌ی آلیاژ روی خواص گرمایی مطالعه شده است. نتایج حاصله نشان می‌دهند که دمای ذوب و ظرفیت گرمایی ویژه در مقیاس نانو کاهش می‌یابند، در مقابل انرژی همدوسی و ضریب انبساط حرارتی افزایش می‌یابند. بعلاوه اثر غلظت منیزیم روی خواص گرمایی آلیاژ Al-x%Mg در مقیاس نانو وماکرو بررسی شده است. نتایج (MD) نشان می‌دهند که دمای ذوب با افزایش غلظت منیزیم کاهش می‌یابد و مقادیر انرژی همدوسی، ضریب انبساط حرارتی و ظرفیت گرمایی ویژه با افزایش غلظت منیزیم افزایش می‌یابند. نتایج ما در توافق قابل قبولی با داده‌های تجربی که در دسترسند، می‌باشند.

نظر استاد راهنما برای چاپ در پژوهش نامه دانشگاه مناسب است تاریخ و امضاء:

مناسب نیست

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: فناوری نانو ۱
۱-۱ تاریخچه‌ی فناوری نانو ۲
۱-۲ اهمیت فناوری نانو ۳
۱-۳ تعریف فناوری نانو ۳
۱-٤ انواع رویکردهای نانوتکنولوژی ٤
۱-۵ دسته‌بندی نانو مواد ٤
۱-۵-۱ نانو ذرات ۵
۱-۵-۲ نانو ساختارها ۵
۱-۵-۲-۱ نانو آلیاژها ۵
۱-۵-۳ فلورین‌ها ۸
۱-۵-٤ نانولوله‌های کربنی ۱۰
۱-۵-۵ نانو الیاف ۱۱
۱-۵-٦ نانو سیمها ۱۱
۱-۵-۷ نانو کامپوزیتها ۱۲
۱-٦ کاربردهای نانو تکنولوژی ۱۳
۱-٦-۱ فناوری نانو و پزشکی ۱۳
۱-٦-۲ دوام‌پذیری منابع ۱٤
۱-٦-۳ هوا و فضا ۱۵
۱-٦-٤ امنیت ملی ۱۵
۱-٦-۵ فناوری نانو و شیمی ۱٦
۱-٦-٦ فناوری نانو و حمل‌ونقل ۱٦
۱-٦-۷ فناوری نانو و نساجی ۱٦

فصل دوم: مبانی کلی شبیه‌سازی دینامیک مولکولی ۱۸
۲-۱ مقدمه ۱۹
۲-۲ شبیه‌سازی دینامیک مولکولی (MD) ۲۰
۲-۳ هنگردهای آماری متداول ۲۲
۲-۳-۱ هنگرد میکروکانونیک (NVE- ثابت) ۲۲
۲-۳-۲هنگرد کانونیک (NVT- ثابت) ۲٤
۲-۳-۲ هنگرد هم‌دما- هم‌فشار (NPT- ثابت) ۲٦
۲-٤ شیوه حل عددی معادله‌های دیفرانسیل حرکت ۲۷
۲-٤-۱ الگوریتم اویلر ۲۸
۲-٤-۲ الگوریتم ورله ۲۸
۲-٤-۳ الگوریتم سرعت ورله ۲۹
۲-٤-٤ الگوریتم بیمان ۲۹
۲-۵ محاسبه‌ی انرژی ۳۰
۲-٦ محاسبه‌ی دما ۳۰
۲-۷ روش‌های ثابت نگه‌داشتن دما در شبیه‌سازی دینامیک مولکولی ۳۱
۲-۷-۱ شیوه مقیاس سرعت ۳۱
۲-۷-۲ الگوریتم برنسن ۳۲
۲-۷-۳ الگوریتم اندرسون ۳۳
۲-۸ شرایط مرزی دوره‌ای ۳۳
۲-۹ محاسبه‌ی فشار ۳٦
۲-۱۰ پتانسیل‌های بین‌مولکولی ۳۹
۲-۱۰-۱ پتانسیل لنارد- جونز ٤۰
۲-۱۰-۲ پتانسیل ساتن- چن ٤۱
۲-۱۰-۳ محاسبه‌ی نیرو در پتانسیل ساتن- چن ٤۳
۲-۱۰-٤ پتانسیل کلری- رزوتا ٤٤

۲-۱۰-۵ محاسبه‌ی نیرو در پتانسیل کلری- رزوتا ٤٥
۲-۱۱ دستگاه واحدهای کاهیده در دینامیک مولکولی ٤٦
۲-۱۲ خطا در شبیه‌سازی ٤٧

فصل سوم: برنامه شبیه‌سازی برای محاسبه‌ی خواص گرمایی ٥١
۳-۱ مقدمه ٥٢
۳-۲ ساختار یک برنامه(MD) ٥٢
۳-۲-۱ ایجاد شرایط اولیه ٥٣
۳-۲-۲ تعیین لیست همسایه‌ها ٥٥
۳-۲-۳ محاسبه‌ی نیرو ٥٥
۳-۲-٤ حل معادلات حرکت در بازه‌ی زمانی δt ٥٥
۳-۲-٥ کنترل دما و فشار ٥٦
۳-۲-٦ ایجاد تعادل در سیستم مورد شبیه‌سازی ٥٨
۳-۲-۷ محاسبه‌ی کمیتهای فیزیکی مورد نظر ٥٩
۳-۳ بررسی گذار فاز سیستم ٦٠
۳-۳-۱ پارامتر نظم انتقالی ٦١
۳-۳-۲ تابع توزیع شعاعی ٦٢
۳-٤ محاسبه‌ی خواص گرمایی ٦٤
۳-٤-۱ ظرفیت گرمایی ٦٤
۳-٤-۲ گرمای نهان ٦٧
۳-٤-۳ ضریب انبساط حرارتی ٦٨
۳-٤-٤ ضریب تراکم‌پذیری هم‌دما ۷۰

فصل چهارم: بررسی و شرح نتایج حاصل از شبیه‌سازی ۷۱
٤-۱ شرح شبیه‌سازی ۷۲

٤-٢ بررسی خواص گرمایی آلیاژ Al-Mg در مقیاس ماکرو..... ٧٣
٤-٣ بررسی خواص گرمایی آلیاژ Al-Mg در مقیاس نانو..... ٩٣
٤-٤ مقایسه‌ی خواص گرمایی آلیاژ Al-Mg در مقیاس ماکرو و نانو..... ١٠٠
٤-٥ بررسی تاثیر اندازه نانوآلیاژ بر خواص گرمایی..... ١٠١

فهرست منابع و مأخذ..... ١٠٣
چکیده‌ی انگلیسی..... ١٠٥

فهرست شکلها

عنوان	صفحه
شکل(۱-۱)	۸
شکل(۱-۲)	۹
شکل(۱-۳)	۱۰
شکل(۲-۱)	۳۵
شکل(۳-۱)	۵۳
شکل(٤-۱)	۷۳
شکل(٤-۲)	۷۷
شکل(٤-۳)	۷۸
شکل(٤-٤)	۸۲
شکل(٤-۵)	۸۳
شکل(٤-٦)	۸۵

فهرست جدولها

عنوان	صفحه
جدول(۲-۱)	٤۲
جدول(۲-۲)	٤٥
جدول(۲-۳)	٤۷
جدول(۳-۱)	٥۲
جدول(۳-۲)	٦٥
جدول(۳-۳)	٦٦
جدول(۳-٤)	٦۹
جدول(٤-۱)	۸۲
جدول(٤-۲)	۸۷
جدول(٤-۳)	۹۰
جدول(٤-٤)	۹۱
جدول(٤-٥)	۱۰۰
جدول(٤-٦)	۱۰۰
جدول(٤-۷)	۱۰۱

فهرست نمودارها

عنوان	صفحه
نمودار(٤-١)	٧٤
نمودار(٤-٢)	٧٤
نمودار(٤-٣)	٧٥
نمودار(٤-٤)	٧٥
نمودار(٤-٥)	٧٦
نمودار(٤-٦)	٧٦
نمودار(٤-٧)	٧٩
نمودار(٤-٨)	٧٩
نمودار(٤-٩)	٨٠
نمودار(٤-١٠)	٨٠
نمودار(٤-١١)	٨١
نمودار(٤-١٢)	٨١
نمودار(٤-١٣)	٨٣
نمودار(٤-١٤)	٨٤
نمودار(٤-١٥)	٨٤
نمودار(٤-١٦)	٨٦
نمودار(٤-١٧)	٨٦
نمودار(٤-١٨)	٨٧
نمودار(٤-١٩)	٨٨
نمودار(٤-٢٠)	٩٢
نمودار(٤-٢١)	٩٣
نمودار(٤-٢٢)	٩٤
نمودار(٤-٢٣)	٩٤

نمودار(٤-٢٤) ٩٥
نمودار(٤-٢٥) ٩٥
نمودار(٤-٢٦) ٩٦
نمودار(٤-٢٧) ٩٦
نمودار(٤-٢٨) ٩٧
نمودار(٤-٢٩) ٩٧
نمودار(٤-٣٠) ٩٨
نمودار(٤-٣١) ٩٨
نمودار(٤-٣٢) ٩٩
نمودار(٤-٣٣) ٩٩

فصل اول:

فناوری نانو

۱-۱ تاریخچه‌ی فناوری نانو

علوم نانو تاریخچه‌ای طولانی دارد و از سالیان پیش شیمی‌دانان از روش‌های علوم نانو در فعالیت‌های خود استفاده می‌کردند که بی‌شباهت به روش‌های امروزی فناوری نانو نیست. اتم‌ها به عنوان واحدهای سازنده مواد، پایه‌ترین تعریف در مقیاس نانو هستند. دموکریتوس، فیلسوف یونان باستان، واژه‌ی اتم را به‌کاربرد و عقیده داشت" همه‌ی مواد از ذرات کوچک و تجزیه ناپذیری به نام اتم ساخته شده‌اند". در سال **۱۸۰۳** ، جان دالتون شیمی‌دان انگلیسی با آزمایش‌هایی، نظریه اتمی را برحسب چند اصل بیان کرد، او نیز مانند یونانی‌ها کوچکترین ذره‌ی ماده را اتم، به معنی تجزیه ناپذیر یا تقسیم ناپذیر می‌دانست.

اولین جرقه‌ی فناوری نانو (البته در آن زمان هنوز به این نام شناخته نشده بود) در سال **۱۹۵۹** زده شد. در این سال ریچارد فاینمن، فیزیک‌دان برجسته‌ی آمریکایی، در نشست سالانه‌ی انجمن فیزیک آمریکا طی یک سخنرانی با عنوان "فضای زیادی در سطوح زیرین وجود دارد" ایده‌ی فناوری نانو را مطرح ساخت. وی این نظریه را ارائه داد که در آینده‌ی نزدیک می‌توانیم مولکول‌ها و اتم‌ها را به‌صورت مستقیم دستکاری کنیم[۱].

واژه‌ی فناوری نانو اولین بار توسط نوریو تانیگوچی استاد دانشگاه توکیو در سال **۱۹۷۴** بر زبانها جاری شد. او در نوشته‌ای با نام "مفهوم اساسی فناوری نانو " اشاره می‌کند که فناوری نانو اساسا مجموعه‌ای از فرایندهای جداسازی، ادغام و تشکیل مواد در حد یک مولکول است[**۲**].

در سال **۱۹۸۶** این واژه توسط کی‌اریک‌درکسلر در کتابی تحت عنوان "موتور آفرینش: آغاز دوران فناوری نانو" بازآفرینی و تعریف مجدد شد. وی این واژه را به شکل عمیق‌تری در رساله‌ی دکتری خود مورد بررسی قرار داده و بعدها آن را در کتابی تحت عنوان " نانوسیم‌ها ماشین‌های مولکولی، چگونگی ساخت و محاسبات آنها" توسعه داد.

۱-۲ اهمیت مقیاس نانو

چون تمام مواد از اتم‌ها و مولکول ها ساخته شده‌اند و اتم‌ها و مولکول‌ها ابعادی در حدود نانومتر دارند، می‌توان به اهمیت ابعاد نانو پی برد. با تولید ساختارهایی در مقیاس نانومتر، امکان کنترل ویژگی‌های ذاتی آنها از جمله دمای ذوب، ویژگی‌های مغناطیسی و حتی رنگ مواد بدون تغییر در ترکیب شیمیایی به‌وجود می‌آید. اهمیت اساسی برای بشر کنونی آن است که اگر بتوانیم نوع چینش اتم‌های تشکیل دهنده‌ی مواد را تغییر دهیم، می‌توانیم مواد جدیدی با ویژگی‌های از پیش خواسته شده تولید کنیم. این کار مهم‌ترین هدف در فناوری نانو است. استفاده از این توانایی به محصولات و فناوری‌های جدید با کارایی بالا می-انجامد که پیش از این میسر نبود. با کمک فناوری نانو می‌توانیم مواد و یاخته‌ها را دست‌کاری نماییم.

۱-۳ تعریف فناوری نانو

فناوری نانو، تولید کارآمد مواد و دستگاه‌ها به همراه کنترل ماده در مقیاس طولی نانومتر، و بهره‌برداری از خواص و پدیده‌های نوظهوری است که در مقیاس نانو گسترش یافته‌اند. تفاوت اصلی فناوری نانو با دیگر فناوری‌ها در مقیاس مواد و ساختارهایی است که در این فناوری به کار می‌روند. بلوک‌های سازنده، پایه‌ای در مواد در مقیاس نانو هستند که ویژگی‌هایشان در مقیاس‌های بزرگتر فرق می‌کند.

مواد نانو مقیاس، به موادی گفته می‌شود که یکی از ابعاد آنها از صد نانومتر کوچکتر باشد. از ویژگی‌های نانو مواد می‌توان به‌موارد زیر اشاره نمود:

- نسبت سطح به حجم مواد در مقیاس نانو افزایش می‌یابد.
- در ابعاد نانو خواص کوانتومی بر خواص کلاسیکی غلبه می‌کند.
- حرکت کاتورهای مولکول‌ها اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.
- نیروی گرانشی کاهش می‌یابد و نیروی الکترومغناطیسی حاکم بر نانو ذره می‌شود.

این عوامل بر بسیاری از ویژگی‌های ماکروسکوپی اندازه‌پذیر تاثیر نمایان می‌گذارد. پیدایش خواص ویژه-ای مانند تاثیر در واکنش‌ها، مقاومت مکانیکی و مشخصه‌های ویژه الکتریکی در مواد مبتنی بر فناوری نانو، از جمله این تغییر در خصوصیات است.

۱-۴ انواع رویکردهای نانوتکنولوژی

علوم فناوری نانو عمیقا میان رشته‌ای بوده و دستاوردهای بس شگرفی برای بشریت خواهند داشت و افق‌های کاملا جدیدی را برای پیشرفت، به روزرسانی جوامع و مبارزه‌ی موثر با بیماریها و گرسنگی خواهند گشود. رسیدن به مقیاس نانو از طریق رویکرد از پایین به بالا یکی از گزینه‌های علم و فناوری نانو است. رویکرد دیگر در علم فناوری نانو، رویکرد از بالا به پایین، یا بیرون کشیدن نانو ساختارها از درون‌ساختارهای بزرگتر است. این رویکرد به‌نام برنامه‌ی کوچک‌سازی مشهور گشته و همراه با رویکرد اول، بسترهای اساسی برای پیشرفت برنامه‌ی عظیم جهانی علوم فناوری نانو هستند.

هدف فناوری نانو یا نانوتکولوژی تولید مولکولی یا ساخت اتم به اتم و مولکول به مولکول مواد و ماشین‌ها توسط بازوهای رباط برنامه‌ریزی شده در مقیاس نانومتریک است (نانومتر، یک میلیاردم متر است یعنی پهنای معادل با سه تا چهار اتم).

رایانه‌ها اطلاعات را تقریبا بدون صرف هیچ هزینه‌ای باز تولید می‌کنند. اقداماتی در دست اجراست تا دستگاهایی ساخته شوند که تقریبا بدون هزینه (شبیه عمل بیت‌ها در رایانه‌ها) اتم‌ها را به صورت مجزا به هم اضافه کنند(کنار هم قرار دهند). این امر ساختن خودکار فرآورده‌ها را بدون نیروی سنتی میسر می‌کند. صنعت الکترونیک با روند کوچک‌سازی احیاء می‌گردد و کار در ابعاد کوچکتر منجر به ساخت ابزاری می‌شود که قادر به دستکاری اتم‌های منفرد مثل پروتئین‌ها در سیب‌زمینی و همانند سازی اتم‌های خاک، هوا و آب از خودشان می‌گردد.

۱-۵ دسته‌بندی نانو مواد

برخی از انواع نانومواد عبارتند از: **۱**- نانوذرات. **۲**- نانوساختارها. **۳**- فولرین‌ها. **۴**- نانولوله‌های کربنی. **۵**- نانوالیاف. **۶**- نانوسیم‌ها. **۷**- نانوکامپوزیت‌ها.

۱-۵-۱ نانوذرات

یک نانوذره به ذره‌ای گفته می‌شود که ابعادی بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر داشته باشد. نانوذرات از طیف وسیعی از مواد ساخته می‌شوند. متداول‌ترین و پرکاربردترین آن‌ها، نانوذرات سرامیکی هستند. افزایش نسبت سطح به حجم نانوذرات باعث می‌شود که اتم‌های واقع در سطح، نسبت به اتم‌های درون حجم ذرات، اثر بسیار بیشتری بر خواص فیزیکی ذرات داشته باشند. این ویژگی، واکنش‌پذیری نانوذرات را به شدت افزایش می‌دهد به گونه‌ای که این ذرات به‌شدت تمایل به کلوخه‌ای شدن داشته باشند. به عنوان مثال در مورد نانوذرات فلزی، به محض قرارگیری در هوا، به سرعت اکسید می‌شوند.

۱-۵-۲ نانوساختارها

مواد نانوساختار، مواد توده‌ای پلی‌کریستالی هستند که اندازه‌ی دانه‌ی آنها بین **۱** تا **۱۰۰** نانومتر است. به نوعی می‌توان گفت نانوذرات، اجزای تشکیل دهنده‌ی برخی از مواد نانوساختاری هستند. به علت نسبت سطح به حجم زیاد نانوذرات، تمایل این مواد به کلوخه‌ای شدن و واکنش با محیط اطراف بسیار زیاد است. بسیاری از خواص منحصر بفرد مواد نانو به خاطر نسبت سطح به حجم زیاد نانو ذرات و یا مقدار زیاد مرز دانه‌ها در مواد نانوساختار نسبت به مواد معمولی است. در یک ماده‌ی نانوساختار تعداد زیادی از اتم‌ها (بیش از **۴۹**٪ اتم‌ها)، در مرز دانه‌ها قرار دارند[**۳**].

۱-۵-۲-۱ نانو آلیاژها

همیشه نمی‌توان اشیا را همان‌گونه به حالت طبیعی خود مورد استفاده قرار داد. بلکه گاهی مجبوریم آنها را به گونه‌ای تغییر دهیم تا قابل استفاده گردیده، یا بهتر و بیشتر به کار آیند. این مطلب بویژه درباره‌ی فلزات بسیار مورد پیدا می‌کند. چه بسا که مجبوریم دو یا چند فلز را با هم ترکیب کنیم تا فلز دیگری که بیشتر قابل استفاده باشد، در اختیارمان قرار گیرد که این ترکیب جدید از فلزات را "آلیاژ" می‌گویند.

آلیاژ یک واژه‌ی فرانسوی است که در لغت به معنی "ترکیب" آمده و در اصطلاح شیمی: آلیاژ مخلوط یا محلول جامد فلزی متشکل از دو یا چند عنصر را گویند که معمولا خواصی متفاوت از عناصر تشکیل دهنده‌ی خود دارد.