

سوال ۱

با فرض اینکه اندازه ویروس حدود ۲۱ نانومتر باشد. بعد از پایین آمدن گلوله از تپه ۱۹ در صد کاهش وزن داریم. یعنی ۸۱ درصد وزن همچنان باقی مانده است. چگالی گلوله در حین پایین آمدن ثابت می ماند. اگر چگالی حالت اولیه را با ۱ نشان دهیم و حالتی که گلوله پایین آمده را با ۲ نشان دهیم خواهیم داشت :  $\rho_1 = \rho_2$

$$\rho_1 = \rho_2 \rightarrow \frac{m_1}{\frac{4}{3}\pi r_1^3} = \frac{m_2}{\frac{4}{3}\pi r_2^3}$$

از طرفی بعد از  $t$  ثانیه که گلوله به پایین تپه می رسد داریم :  $m_2 = m_1(0.81)^t$   
شعاع گلوله قبل از پایین آمدن  $r_1 = 7cm$  و شعاع گلوله بعد از پایین آمدن اندازه ای کمتر از یک ویروس  $r_2 = 21nm$

$$\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3 = (0.9)^{2t} \rightarrow \left(\frac{21nm}{7cm}\right)^3 = (0.9)^{2t} \rightarrow 3\log(3 \times 10^{-7}) = 2t\log\frac{9}{10} \rightarrow$$

$$\rightarrow 3(\log 3 - 7\log 10) = 2t(\log 9 - \log 10) \rightarrow t \approx 200s$$

بنابراین گزینه ۳ صحیح می باشد.

سوال ۲

قطر ذره ۱ نانومتر و  $\rho = \frac{m}{v}$

$$\rightarrow m = \rho v \rightarrow m = \rho \left(\frac{4}{3}\pi r^3\right) \rightarrow m = 19.3 \times \frac{4}{3} \times 3 \times (0.5 \times 10^{-7}cm)^3 = 9.65 \times 10^{-21}$$

$$10^{11} = \frac{1000m}{10^{-9}} \text{ : تعداد نانوذرات مورد نیاز در طول زمین}$$

$$10^{10} \times 7 = \frac{70m}{10^{-9}} \text{ : تعداد نانوذرات مورد نیاز در عرض زمین}$$

$$10^{21} \times 7 \text{ : تعداد کل ذرات مورد نیاز}$$

$$m \times \text{تعداد ذرات} = \text{جرم کل ذرات}$$

$$9.65 \times 10^{-21} \times 10^{21} = 0.067kg \text{ جرم کل ذرات}$$

گزینه صحیح ۳

## سوال ۳

در مورد گزینه ۱ نسبت سطح به حجم یکی از عواملی است که بر خواص شیمیایی مانند سرعت واکنش شیمیایی و خواص فیزیکی مانند نقطه ذوب تاثیر دارد. بنابراین این گزینه توجیه می شود

در مورد گزینه ۲ نیز ساختار الکترونیکی مواد در ابعاد نانومتری به اندازه آن ها بستگی دارد. این مواد به دلیل نزدیک شدن به مقیاس ذرات سازنده ماده ( اتم و مولکول) رفتاری شبیه به آن ها دارند. بنابراین این گزینه هم درست است.

در مورد گزینه ۳ طبق مباحث مربوط به اثر هال پیچ و لغزش مرزدانه ای می دانیم در نانوذرات با کاهش اندازه ذرات حجم مرزدانه افزایش می یابد و این عامل بر خواص فیزیکی و استجکام مواد تاثیر گذار است. بنابراین این گزینه هم درست است.

در گزینه ۴ تغییر رنگ نانوذرات ناشی از ساختار الکترونیکی آن هاست که این ذرات به دلیل ابعاد ریزشان می توانند طول موج خاصی از نور را بگیرند و ما آن ها را به رنگ نور جذب شده ببینیم. بنابراین دلیل ذکر شده درست نیست و پاسخ صحیح این گزینه است.

## سوال ۴

در مقیاس نانو دمای ذوب کاهش می یابد. گاف انرژی افزایش می یابد. نفوذپذیری افزایش می یابد. بنابراین این گزینه ۴ صحیح می باشد.

## سوال ۵

با توجه به قانون پایستگی بار الکتریکی بار کل بدون تغییر است. بنابراین گزینه های ۱ و ۴ نادرست هستند. چگالی سطحی بار نیز کم می شود؛ زیرا چگالی سطحی بار برابر است با نسبت جرم بار به مساحت اشغال شده روی سطح ذرات و چون با تبدیل جسم باردار به نانوذرات مساحت سطح برای جایگیری بار الکتریکی بیشتر می شود، چگالی سطحی کاهش می یابد. به عبارت دیگر چگالی سطحی و مساحت سطحی بارهای الکتریکی نسبت عکس دارند. بنابراین گزینه ۳ صحیح است.

## سوال ۶

نانوالیاف را می توان به روش خودآرایی که زیرشاخه ی رویکرد از پایین به بالاست تولید نمود. نقاط کوانتومی نیز نانوذرات نیمه رسانا هستند که امکان تولید آن ها به روش های مختلف از پایین به بالا وجود دارد. مدارهای مجتمع به روش های مختلف از بالا به پایین نظیر لیتوگرافی تولید می شوند. بنابراین گزینه 2 صحیح است.

سوال ۷

پاسخ صحیح گزینه 4 است. زیرا:

- پروتئین ها در بدن موجودات زنده به روش خودآرایی و به دلیل نیروهای آبدوستی و آبگریزی تولید میشوند.
- ۱- این پدیده به دلیل نیروهای موئینگی است که در لوله های باریکی به نام آوند انجام می شود و بیانگر خودآرایی نیست.
  - ۲- انتشار بوی عطر در فضای اتاق به دلیل آزادی حرکت مولکول های گازی شکل است و به خودآرایی اشاره ندارد.
  - ۳- پخش شدن ذرات جوهر به دلیل حرکت انتقالی مولکول های مایع است و خودآرایی محسوب نمی شود.
  - ۴- قرار گرفتن مولکول های قندی به صورت منظم بیانگر نوعی خودآرایی است. بنابراین گزینه 4 درست است.

سوال ۸

عوامل مختلفی نظیر نیروهای بین مولکولی (واندروالس)، نیروهای الکتریکی و ... می توانند موجب پدیده ی خودآرایی شوند. در گزینه 3 عامل پدیده خود آرایی نادرست ذکر شده و گزینه 3 صحیح است. عامل صحیح در این جا دما و فشار بالا می باشد.

سوال ۹

گزینه 2 صحیح است. زیرا:

با توجه به اطلاعات مسئله و وجود حلال آبی سورفکتانت ها به مایسل تبدیل می شوند. بنابراین گزینه های 1 و 4 نادرست هستند. با توجه به خصوصیات سورفکتانت ها و اطلاعات مسئله ابتدا در محلول حل می شوند و پس از تجمع به مایسل تبدیل می شوند. بنابراین گزینه 2 صحیح است. با توجه به این که مایسل روی سطح آب تشکیل می شود، گزینه 3 نادرست است؛ زیرا به تشکیل مایسل درون یک محلول همگن اشاره کرده است.

سوال ۱۰

می توان این پدیده را به صورت زیر تشریح کرد:

در ابتدا چون مقدار کمی از سورفکتانت در سطح وجود دارد ، تحرک ذرات آن بسیار بالاست. در ادامه با افزایش میزان سورفکتانت جنبش ذرات آن و در نتیجه تنش سطحی به مراتب کمتر می شود. می دانیم که در این فرایند سطح آب محدود است. بنابراین با اضافه کردن سورفکتانت یک لایه فشرده از آن در سطح آب تشکیل می شود و تنش سطحی به مقدار کمتری می رسد که با افزودن دوباره ی سورفکتانت به آب تغییری نمی کند.

علت این پدیده را می توان این چنین تحلیل کرد که با افزودن مقدار زیاد سورفکتانت محلول فراسیرشده ای تشکیل می شود که امکان انحلال حلال بیشتر را ندارند و با توجه به جواب سوال 9 تنش سطحی تغییر نمی کند. همچنین می توان گفت به دلیل فشردگی بیش از حد ذرات سورفکتانت پس از مدتی تنش سطحی ثابت می شود. بنابراین گزینه 2 صحیح است.

سوال ۱۱

در مایسل ها از طرفی مولکول های سورفکتانت از نزدیک شدن نانوذرات که در دو طرف مایسل قرار دارند جلوگیری می کنند و از طرفی بارهای هم نام در سمت آبدوست و آبگریز سورفکتانت دافعه ایجاد کرده و نانوذرات را از هم دور می کنند. هم چنین می دانیم سورفکتانت از یک زنجیره هیدروکربنی و یک یون باردار تشکیل شده است. بنابراین مکانیسم پایدارسازی الکترواستریکی است و گزینه 3 درست است.

سوال ۱۲

با افزایش بار الکتریکی نیروهای جاذبه و دافعه نسبت به میدان الکتریکی به وجود می آید که باعث افزایش سرعت در واحد زمان (شتاب) می شود. همچنین افزایش جرم موجب کاهش سرعت و در نتیجه کاهش شتاب خواهد شد. بنابراین گزینه 3 درست است.

سوال ۱۳

با توجه به این که مواد بلوری قبل از ساخت دستگاه های تصویربرداری و اسپکتروسکوپی شناخته شده بودند ، گزینه 3 درست است. از طرفی مواد بلوری رفتار خاصی در برابر نور دارند که به دلیل ساختار منظم و بلوری آن هاست. این عامل نیز به شناسایی مواد بلوری کمک می کند.

سوال ۱۴

قطر بزرگ مکعب به ضلع  $a$  همیشه برابر است با  $a\sqrt{3}$   
در یک ساختار BCC رابطه بین شعاع اتم و طول ضلع سلول برابر است با  $a\sqrt{3} = 4r$   
بنابر این گزینه ۱ صحیح می باشد.

سوال ۱۵

در یک سلول FCC چهار اتم وجود دارد. از طرفی رابطه بین شعاع اتم  $r$  و طول ضلع سلول  $a$  برابر است با:  $a\sqrt{2} = 4r$  و حجم سلول برابر است با  $a^3$

از طرفی برای چگالی داریم  $\rho = \frac{m}{v}$  و همین طور جرم یک اتم برابر است با  $\frac{M}{N}$

$$\rho = \frac{m}{v} \rightarrow \frac{4 \times \frac{M}{N}}{\left(\frac{4r}{\sqrt{2}}\right)^3} = 8.87 \frac{gr}{cm^3}$$

بنابر این گزینه ۳ صحیح می باشد.

سوال ۱۶

در یک سلول FCC چهار اتم وجود دارد. از طرفی رابطه بین شعاع اتم  $r$  و طول ضلع سلول  $a$  برابر است با:  $a\sqrt{2} = 4r$  و حجم سلول برابر است با  $a^3$

$$fcc \text{ تراکم ضریب} = \frac{4 \times \frac{4}{3} \pi r^3}{\left(\frac{4r}{\sqrt{2}}\right)^3} = 0.74$$

در یک سلول BCC دو اتم وجود دارد. از طرفی رابطه بین شعاع اتم  $r$  و طول ضلع سلول  $a$  برابر است با:  $a\sqrt{3} = 4r$  و حجم سلول برابر است با  $a^3$

$$fcc \text{ تراکم ضریب} = \frac{2 \times \frac{4}{3} \pi r^3}{\left(\frac{4r}{\sqrt{3}}\right)^3} = 0.68$$

$$نسبت \text{ ضریب تراکم ها} = \frac{0.68}{0.74} = 0.9$$

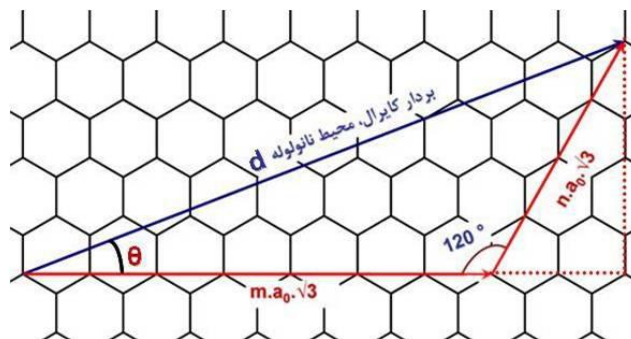
بنابراین گزینه ۱ صحیح می باشد.

سوال ۱۷

گزینه ۱ درست است؛ زیرا فولرین و نانولوله کربنی هر کدام ۳ پیوند دارند، اما الماس دارای ۴ پیوند کووالانسی است. بنابراین تعداد پیوند های بیشتری نسبت به سایر گزینه ها دارد.

سوال ۱۸

با توجه به رابطه زیر می توان شعاع نانولوله را محاسبه کرد:

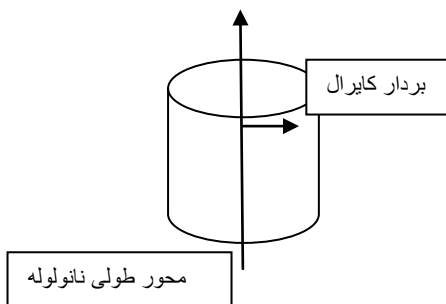


$$r = \frac{\sqrt{3} a_0}{2\pi} \sqrt{m^2 + mn + n^2}$$

و از آن جا که قطر دوبرابر شعاع است ، با دو برابر کردن مقدار به دست آمده قطر به دست می آید. حال با استفاده از جایگذاری اعداد در فرمول گفته شده درستی هر یک از موارد را بررسی می کنیم .  
با توجه به بررسی های انجام شده شماره های 2 و 3 صحیح بود. در نتیجه گزینه 3 صحیح است.

سوال ۱۹

محور طولی نانولوله همیشه بر سطح مقطع نانولوله عمود است. بنابراین گزینه ۴ صحیح می باشد.



سوال ۲۰

در متن سوال ذکر شده است که مسیر طی شده در راستای محور طولی ثابت است. مختصات نقاط درون نانولوله ی آرمچیر شرایط زیر را دارا می باشد:

$$(m,n) | m = n$$

با توجه به خاصیت ذکر شده در می یابیم که نانولوله مورد نظر از نوع آرمچیر است. از طرفی با بررسی شکل های سه نوع نانولوله نیز می توانیم به جواب برسیم. در گزینه 1 مختصات بیان شده نشان دهنده نانولوله آرمچیر می باشد که پاسخ صحیح این سوال است.

نکته: با توجه به این که نانولوله آرمچیر 1000 بار از مس رساناتر است می توانیم بگوییم که حرکت الکترونها در این نوع نانولوله مانند بازی ذکر شده روی راستای طولی آن انجام می شود که این پدیده به دلیل آرایش مناسب اتم های کربن در نانولوله ی آرمچیر است.

سوال ۲۱

گزینه ۳

سوال ۲۲

به علت اینکه از نانوذرات آهن به عنوان کاتالیسیست استفاده شده اندازه ان ها بر قطر نانولوله های تولیدی موثر است. بنابراین گزینه ۳ صحیح می باشد.

سوال ۲۳

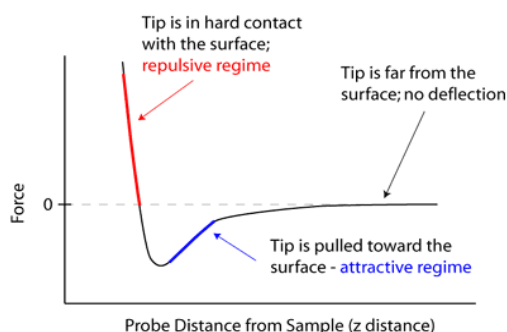
در گزینه 1 عامل دار کردن نانولوله های کربنی باعث جذب گروه خاصی از مواد می شود. همچنین چون مولکول ها در درون ساختار قفس مانند نانولوله ها قرار می گیرند ، قطر نانولوله ها باید با اندازه مولکول های جذب شده مطابقت داشته باشد. باز کردن دهانه نانولوله نیز ورود مولکول ها به آن ها را آسان تر می کند. اما طول نانولوله تاثیر چندانی ندارد؛ بنابراین گزینه 2 صحیح است.

سوال ۲۴

در میکروسکوپ نیروی اتمی رفتار اتم های نوک میکروسکوپ در برابر نمونه مورد بررسی قرار می گیرد. نوک میکروسکوپ در برابر با سطح نمونه می تواند توسط نیروهای بین اتمی و بین مولکولی مانند نیروی الکترواستاتیکی، واندروالسی (نیروهای بین مولکولی )، موئینگی و ... تغییر شکل دهد و با توجه به ساز و کار دستگاه فاصله نمونه تا سطح تعیین و تصویربرداری انجام شود. بنابراین گزینه 4 درست است.

سوال ۲۵

با توجه به منحنی نیروی بین اتمی در مد تماسی نیروی دافعه بین سوزن و نمونه برقرار است (سمت چپ نمودار). و در حالت مد غیر تماسی نیروی جاذبه بین سر سوزن و نمونه برقرار است (سمت راست نمودار). پس گزینه ۱ صحیح می باشد.



سوال ۲۶

برای فرم دهی نمونه در ابعاد نانومتری فاصله نمونه و سوزن باید بسیار کم باشد که به این نوع عملکرد میکروسکوپ نیروی اتمی مد تماسی می گوئیم. در مد تماسی فاصله بین سوزن و نمونه برای تماس این دو با هم بسیار کم و برابر کمتر از یک نانومتر است. بنابراین گزینه ۱ صحیح می باشد.

سوال ۲۷

با توجه به جنس نرم نمونه سوزن های نوک تیز برای این کار مناسب نیستند. با توجه به این که در این جا انتخاب سوزن بستگی به شکل آن دارد گزینه 4 نیز نادرست است. بنابراین نتیجه می گیریم گزینه 2 صحیح است.

سوال ۲۸

گزینه ۴

سوال ۲۹

در این جا هدف سرمایه گذار دسترسی به سود بیشتر است. بنابراین گزینه 1 نادرست است. در گزینه 3 نیز سود وام باعث از بین رفتن سود پول سرمایه می شود. سوال 4 نیز از نظر اقتصادی پاسخ قانع کننده ای نیست. اما در گزینه 2 می توان با دقت سود بیشتری به دست آورد. بنابراین گزینه 2 صحیح است.

سوال ۳۰

با توجه به اطلاعات مسئله می توان جدول زیر را نوشت:

سال	سود پس از پایان دوره (تومان)	مبلغ کل پس از پایان دوره (تومان)
۱	80000000	580000000
۲	92800000	672800000
۳	107648000	780448000
۴	124871680	905319680
۵	144851148	1050170828

مقدار مبلغ کل پس از پایان دوره 5 ساله سرمایه گذاری در بانک 1050170828 خواهد بود. می دانیم شرکت های پرسود سرمایه اولیه را 10 برابر می کنند و شرکت های ضررده سرمایه اولیه را به کل از بین می برند. حال میزان سود در هر گزینه ی سوال را بررسی می کنیم.

گزینه 1: 3900000000 تومان

گزینه 2: 2800000000 تومان

گزینه 3: 1700000000 تومان

گزینه 4: 6000000000 تومان

با توجه به متن سوال باید سود سرمایه گذاری خطرپذیر از سود بانکی کمی بیشتر باشد. بنابراین گزینه 3 صحیح است.

سوال ۳۱

در اواسط مرحله طفولیت به دلیل رشد کم فناوری موردنظر هیچ اطمینانی بر سرمایه گذاری خود نداریم. در اواسط مرحله بلوغ نیز به دلیل صنعتی سازی محصول توسط شرکت های دیگر در زمان قبل ورود به بازار رقابت سودی ندارد. در مرحله زوال نیز به



دلیل ورود فناوری جدید دیگر فروش محصولات کاسته می شود. اما در اوایل مرحله رشد از سرمایه گذاری خود مطمئن هستیم و همچنین چون محصول تجاری در شرف ورود به بازار است رقابت شدیدی در بین شرکت ها وجود دارد. بنابراین گزینه 2 درست است.

سوال ۳۲

می دانیم که نوع آسیاب و شرایط آسیاکاری بر اندازه نانوذرات تولیدی تاثیرگذار است و ذرات ریزتر به دلیل سطح تماس بیشتر دمای اشتعال پایینی دارند و در مجاورت اکسیژن هوا به سرعت مشتعل شده اند. بنابراین گزینه 2 صحیح است.

سوال ۳۳

در عمل آسیاکاری ابتدا ذرات خرد شده و اندازه آن ها به شدت کاهش می یابد. سپس دوباره به هم جوش خورده و دوباره خرد می شوند که این فرایند بارها تکرار می شود و پس از مدت زمانی که با توجه به نوع آسیاب مکانیکی و ماده موردنظر متفاوت است ، اندازه ذرات ریز باقی می ماند و افزایش زمان بی تاثیر است. نمودار گزینه 1 این فرایند را نشان می دهد و پاسخ صحیح است.

سوال ۳۴

گزینه ۴ صحیح است.

سوال ۳۵

می دانیم که برای تشکیل ذرات ریز سل ابتدا باید انحلال انجام شود. آب گیری باعث کاهش میزان فاز مایع و تشکیل حالت نیمه جامدی به نام ژل می شود. همچنین عملیات حرارتی که به تکلیس موسوم است ، موجب از بین رفتن حلال باقی مانده و همچنین رسیدن به شکل هندسی مناسب برای نانوذرات می شود. همچنین از مقالات مرتبط با فرایند سل ژل نیز می توان پاسخ این سوال را یافت. بنابراین گزینه 1 صحیح است.

سوال ۳۶

در واکنش داده شده در متن سوال می بینیم که با ترکیب دو ماده اولیه دو فراورده تشکیل شده است که یکی از آن ها آب است. یعنی آب از مواد اولیه جدا شده است. بنابراین با توجه به تعریف چگالش در بخش توضیحات سوال گزینه 2 پاسخ صحیح است.

سوال ۳۷

با تغییر دما میزان غلظت ماده در آب تغییری نمی  $\text{NaCl}$  با توجه به نمودارهای موجود می بینیم که در کند. بنابراین میزان حلالیت نمک در آب تابع دما نیست. در روش ذکرشده با کاهش ناگهانی دما غلظت ماده در آب کاهش می یابد و از آن جا که

غلظت نمک در آب با تغییر دما ثابت است ، بنابراین تولید نانوذرات از نمک خوراکی به روش ذکر شده ممکن نیست. با توجه به توضیحات ذکر شده گزینه 4 صحیح است.

سوال ۳۸

با توجه به این که برهمکنش شیمیایی دو محلول قلیایی ذکر شده معلوم نیست ، استفاده از مخلوط دو محلول غیرممکن است. بنابراین گزینه 4 درست نیست. هم چنین می دانیم که در ارتفاعات بالا و مناطق کوهستانی به دلیل تغییر فشار هوا نقطه ذوب و جوش مواد کاهش می یابد. بنابراین دمای جوش آب در این ناحیه کمتر از 100 درجه سانتی گراد است و گزینه 2 نیز نادرست است. از بین گزینه های 1 و 3 چون در گزینه 3 با هزینه ای بالاتر می توان نانوذرات میله ای را در زمان کمتری تولید نمود. بنابراین گزینه 3 پاسخ صحیح است.

سوال ۳۹

با توجه به توضیحات سوال می توانیم بگوییم روش اسپاترینگ یک روش از بالا به پایین است. از خصوصیات روش های بالا به پایین کم هزینه بودن و دقت پایین در آن هاست. بنابراین نتیجه می گیریم در این روش امکان کنترل ریزساختار وجود ندارد و گزینه 1 پاسخ صحیح است.

سوال ۴۰

رابطه میان میدان الکتریکی E ، ولتاژ V و ضخامت لایه d به صورت  $E = \frac{V}{d}$  می باشد  
بنابراین داریم  $E = 5000 \frac{KV}{cm} = 5 \times 10^8 \frac{V}{m}$  و  $v = 1v$  پس

پس گزینه ۱ صحیح می باشد.

سوال ۴۱

با توجه به اطلاعات موجود در بحث زیست شناسی و مطالعه کتب درسی و کتب مرتبط با بیونانو در می یابیم گزینه 2 درست است.

سوال ۴۲

گزینه ۱

سوال ۴۳

به دلیل وجود اتم های گوگرد در ساختار اسیدهای آمینه و ایجاد پیوند های دی سولفید در پروتئین ها امکان ایجاد پیوند با اتم های طلا کاملاً وجود دارد. سایر گزینه ها در ساختار خود اتم گوگرد ندارند. بنابراین گزینه ۲ پروتئین ها صحیح می باشد.

سوال ۴۴

گزینه ۱

سوال ۴۵

یک سیستم فیزیکی با  $N$  ذره ثابت در حجم ثابت  $V$  و دمای ثابت  $T$  دارای تغییر در فشار  $P$  می باشد. بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

سوال ۴۶

گزینه ۴ صحیح می باشد

سوال ۴۷

نیروهای مهم در شبیه سازی دینامیک مولکولی عبارتند از :

$$E_v = k (x - x_0)^2 \quad \text{نیروی کووالانسی:}$$

$$E_r = \epsilon \epsilon_{ij} \left[ \left( \frac{\sigma_{ij}}{r_{ij}} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma_{ij}}{r_{ij}} \right)^6 \right] \quad \text{نیروی واندروالسی:}$$

$$E_e = \frac{k q_1 q_2}{r} \quad \text{نیروی الکترواستاتیک}$$

در شبیه سازی گازها نیروی واندروالسی نیز موثر است بنابراین گزینه ۱ صحیح می باشد.

سوال ۴۸

در صورتی که شعاع همسایگی کوچک شود محاسبات در محیط کوچکتری اتفاق می افتد و زودتر به نتیجه میرسیم. اگر جعبه را به شکل مکعب مستطیل در آوریم تقارن شکل کمتر شده و محاسبات پیچیده تر می شود. بنابراین گزینه ۳ صحیح می باشد.

سوال ۴۹

گزینه ۱ صحیح می باشد.

تعریف هنگرد: به رفتار میانگین هر سیستم یک هنگرد گفته می شود. در هنگرد ذکر شده دما، تعداد ذرات و حجم ثابت می باشد. بنابراین هنگرد این سیستم  $NVT$  می باشد. برای ثابت نگه داشتن دما از پارامتر سرعت  $v_i$  استفاده می شود.

$$T(t) = \frac{1}{3NK_B} \sum_{i=1}^N m_i \langle v_i^2(t) \rangle$$

بنابراین گزینه ۱ صحیح می باشد.

منابع :

amirnano.vcp.ir نویسنده امیر براتلو

nanozoom.blog.ir نویسنده مریم مولاپناه کنارویی