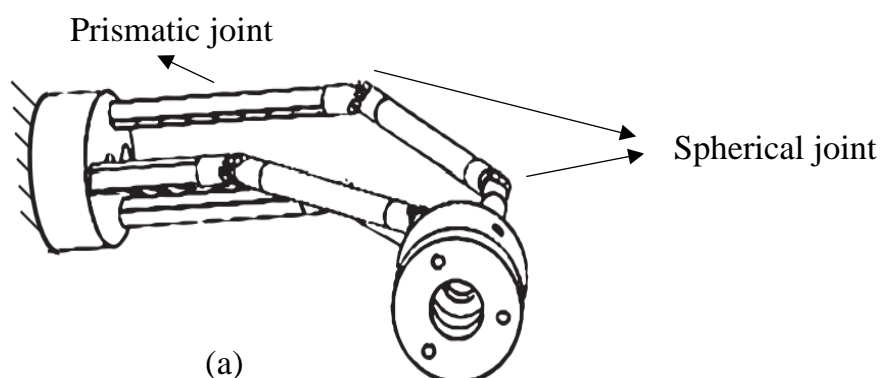


بخش های تئوری:

سوال اول :

بخش اول) درجه آزادی شکل های زیر را حساب کنید. (از فرمول Grubler استفاده کنید و هر یک از اجزای فرمول را به صورت کامل بنویسید)

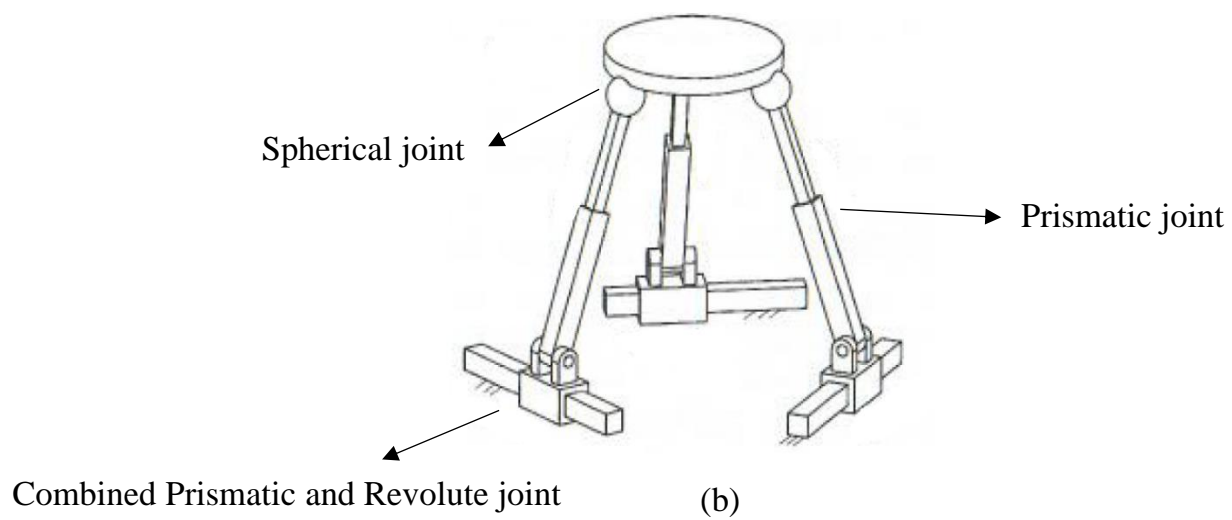


$$N = 7 \text{ (links)} + 1 \text{ (ground)} = 8$$

$$J = 3 \text{ (P joint)} + 6 \text{ (S joint)} = 9$$

$$\Sigma f_i = 3 \times 1 \text{ (P joint)} + 6 \times 3 \text{ (S joint)} = 21$$

$$\text{Dof} = 6(N - 1 - J) + \Sigma f_i = -12 + 21 = 9$$



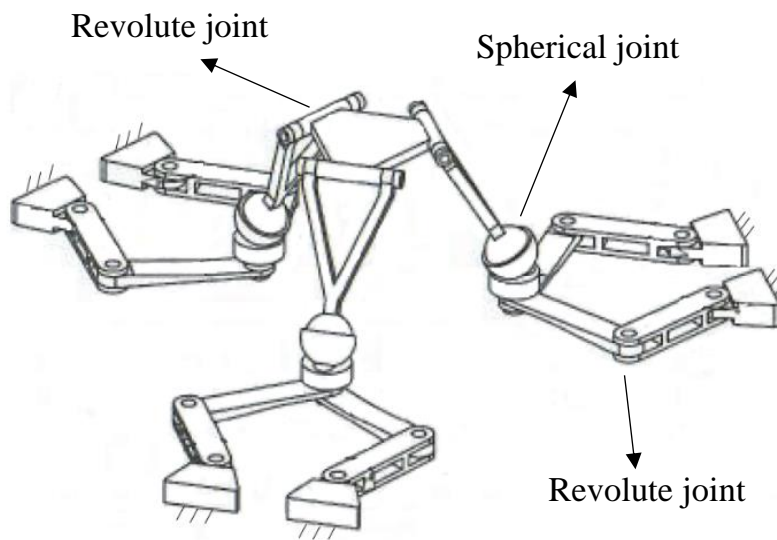
Dof = 2

$$N = 7 \text{ (links)} + 1 \text{ (ground)} = 8$$

$$J = 3 \text{ (S joints)} + 3 \text{ (P joints)} + 3 \text{ (PR joints)} = 9$$

$$\Sigma f_i = 3 \times 3 \text{ (S joints)} + 3 \times 1 \text{ (P joints)} + 3 \times 2 \text{ (PR joints)} = 18$$

$$\text{dof} = 6(N - 1 - J) + \Sigma f_i = 6(8 - 1 - 9) + 18 = 6$$



(c)

$$N = 19 \text{ (links)} + 1 \text{ (ground)} = 20$$

$$J = 3 \text{ (S joints)} + 18 \text{ (R joints)} = 21$$

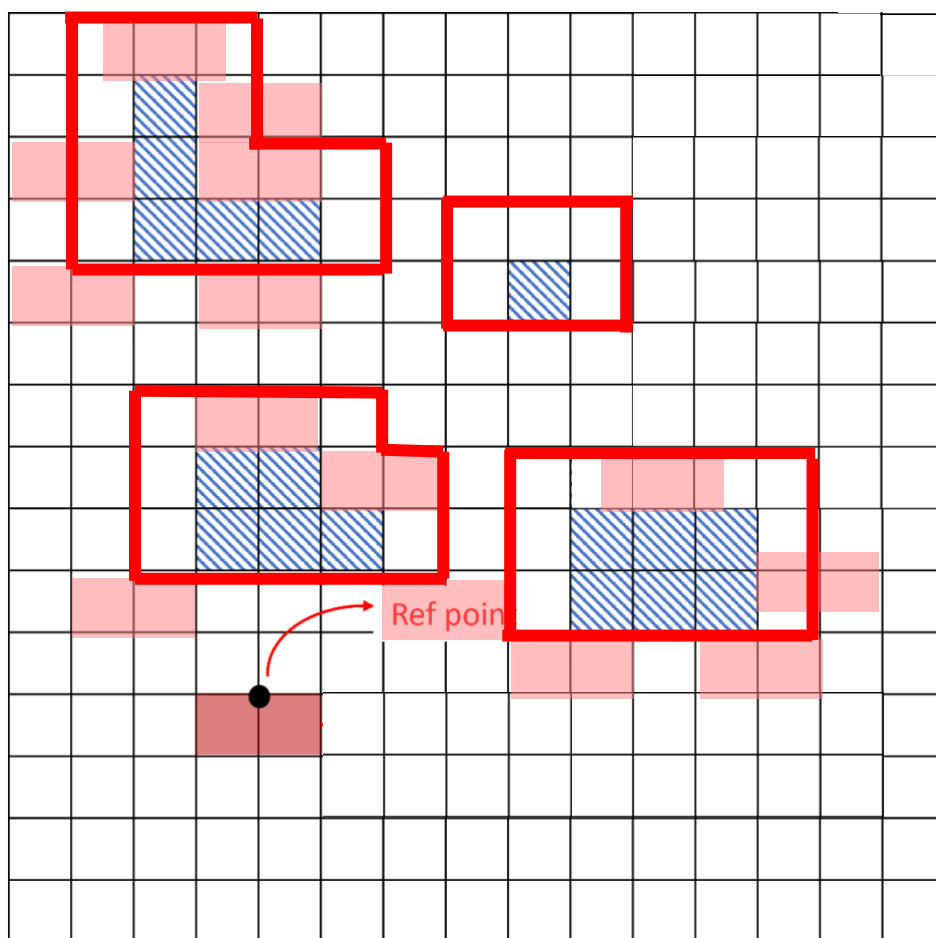
$$\Sigma f_i = 3 \times 3 \text{ (S joints)} + 1 \times 18 \text{ (R joints)} = 27$$

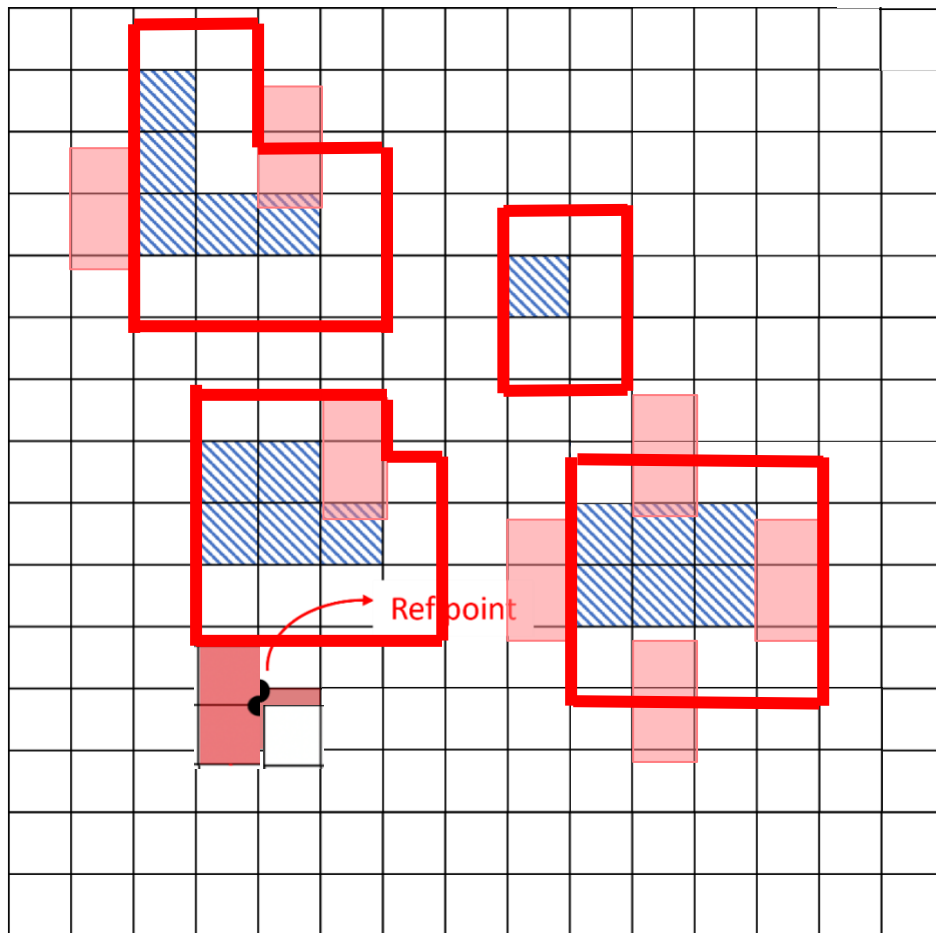
$$\text{dof} = 6(N - 1 - J) + \Sigma f_i = 6(20 - 1 - 21) + 27 = 15$$

بخش دوم) بیشینه درجه آزادی اشیائی که روی یک صفحه حرکت میکنند چقدر است؟ توضیح دهید.

In classical mechanics, the degree of freedom refers to the number of independent parameters required to fully describe the state of a system. For an object moving on a plane, its position can be described using two coordinates (x,y), while its orientation can be described by an angle (θ) relative to a reference axis. Therefore, three independent parameters are needed to fully specify the object's state, which is the maximum degree of freedom for an object moving on a plane.

سوال دوم: برای ربات مشخص شده در تصویر زیر، C-space را مشخص کنید. (فرض کنید که ربات تنها امکان دوران 90 درجه را دارد)





سوال سوم: تفاوت ربات های holonomic و non-holonomic را شرح دهید.

هولونومیک و غیرهولونومیک اصطلاحاتی هستند که برای توصیف تحرک ربات ها استفاده می شوند. ربات های هولونومیک توانایی حرکت آزادانه در تمام جهات در فضای کار را دارند، در حالی که ربات های غیرهولونومیک محدودیت هایی در حرکات خود دارند.

یک ربات هولونومیک می تواند در هر جهتی در فضای کار حرکت کند، بدون هیچ محدودیتی در حرکتش. این ربات ها معمولاً دارای چرخ ها یا پاهایی هستند که می توانند در هر جهتی حرکت کنند و به آن ها اجازه می دهند به راحتی در محیط های پیچیده حرکت کنند. ربات های هولونومی بسیار قلیل مانور هستند و حرکات آن ها توسط شکل یا پیکربندی ربات محدود نمی شود.

در مقابل، ربات های غیرهولونومیک حرکت محدودی دارند و فقط می توانند در جهات خاصی یا در مسیرهای خاصی حرکت کنند. این ربات ها معمولاً دارای چرخ ها یا مسیرهایی هستند که می توانند فقط در جهتهای خاصی مانند جلو یا عقب حرکت کنند، اما نه به طرف. ربات های غیرهولونومیک نسبت به ربات های هولونومی کمتر مانور می دهند و حرکات آن ها توسط شکل فیزیکی و پیکربندی ربات محدود می شود.