NEXT ENGINEERS

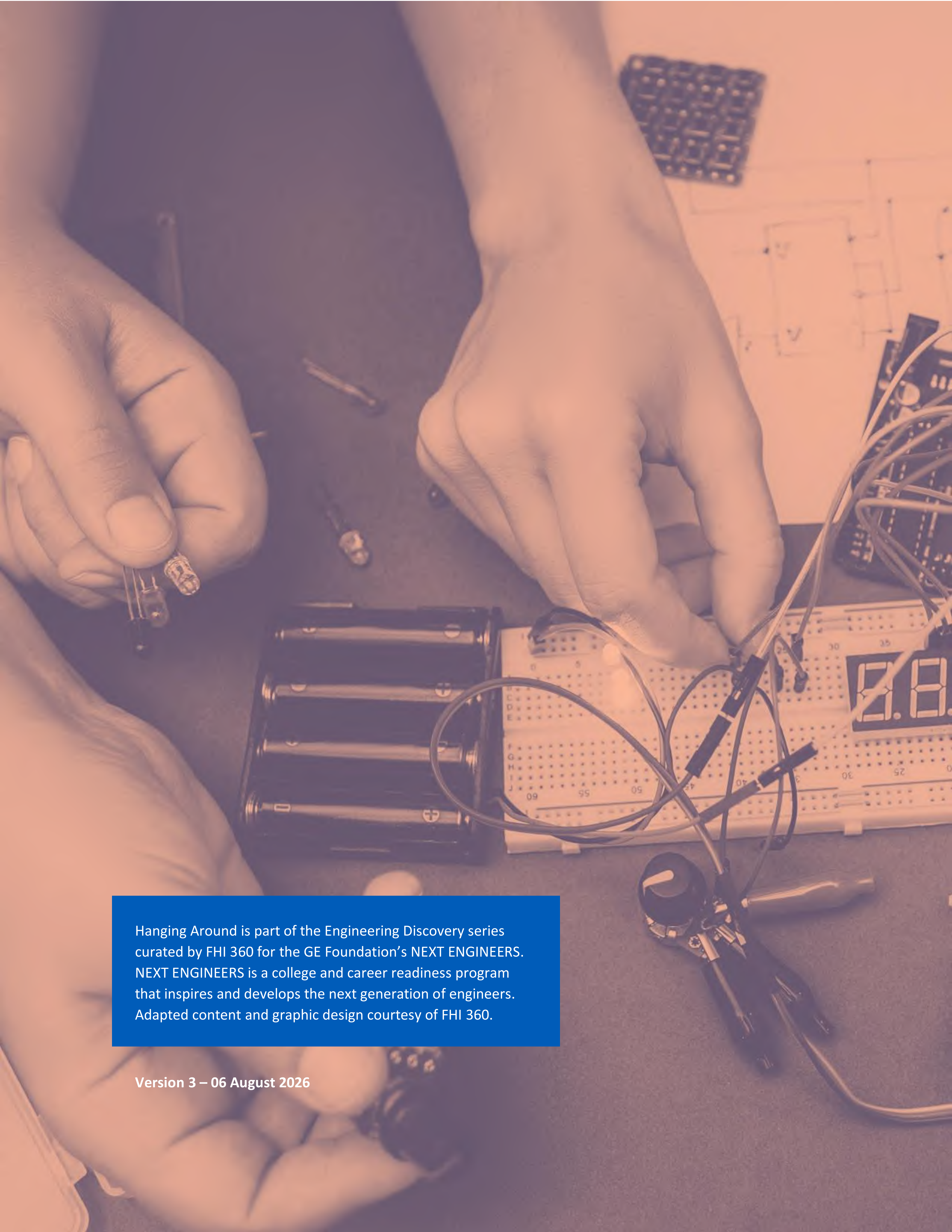
ENGINEERING DISCOVERY

Difficulty Level 1

Hanging Around

Civil Engineering
Mechanical Engineering

NEXT ENGINEERS



Hanging Around is part of the Engineering Discovery series curated by FHI 360 for the GE Foundation's NEXT ENGINEERS. NEXT ENGINEERS is a college and career readiness program that inspires and develops the next generation of engineers. Adapted content and graphic design courtesy of FHI 360.

Version 3 – 06 August 2026

Hanging Around

HANDS-ON ACTIVITY

Time	Ages	Cost	Group size (teams)	Activity type
70 minutes	11 - 18	Low	3 - 4 students	Hands-on Activity
Engineering Areas				
• Civil Engineering		• Mechanical Engineering		

Activity Description

This simple but fun activity gives students the opportunity to explore the forces involved in cantilevers by designing and building their own. Cantilevers are rigid structures that extend out horizontally. Unlike beams, however, they are only supported at one end. Common examples of cantilevers include floating shelves, balconies, and airplane wings. Many bridge designs also make use of cantilevers.

About the Engineering Design Challenge

Students work in teams of three or four to design, build, and test their own load bearing cantilever out of nothing but printing paper and masking tape. Each team will try and create a cantilever able to support the greatest mass as far out as possible. They will calculate a final score for their structure as follows:

$$\text{score} = \text{mass supported (g/oz)} \times \text{distance from edge or brace (cm/in)}$$

Success Criteria

- The cantilever must support as much mass as possible but at least 75 g (2.65 oz).
- The cantilever must support this mass as far out as possible but at least 40 cm (15.75 in) from the edge of the table (or a brace point). All measurements will be taken from the edge of the table or desk (or the point where any bracing is attached) to the point from which the mass is suspended.

Constraints

- Teams must build their cantilevers out from the edge of a table or desk.
- Students may only use the materials provided.
- Students must complete their construction in 45 min or less.

STUDENT DISCOVERIES

Students will:

- Know more about engineering and engineering careers
- Learn the about the Engineering Design Process
- Participate in a team-based learning experience
- Learn about the mechanical properties of cantilevers
- Have fun experiencing engineering

Materials

Students will need blank paper and pens/pencils with which to design their structures.

The following materials will be required **per team** for this activity:

- 10 sheets of A4 or letter print paper
- A roll of masking tape (about 1.5 cm – 2 cm (0.6 in – 0.8 in) wide)
- A packet of small chocolates/sweets each of a known mass
- A tape measure or ruler
- A calculator (have someone in the team use the calculator app on a smart phone)

Facilitation Principles

Working with Youth: Facilitation Tips (https://www.nextengineers.org/resource/working-youth-facilitation-tips) is a handy summary of the key facilitation principles that volunteers need to keep in mind when demonstrating any activity with students.

Facilitator Preparation

1. Read the step-by-step instructions.
2. Collect the materials.
3. Practice doing the activity yourself to identify where students may struggle. Bring whatever objects you practice with to show students.
4. Plan when and how you will share your story and career journey in a relevant and personal way. Try to integrate your story into the demonstration as much as possible. You can find the following volunteer resources for how to tell your story on the Next Engineers website:
    a. ***I'm an Engineer! Storytelling Worksheet*** (https://www.nextengineers.org/resource/im-engineer-storytelling-worksheet)
    b. ***I Work with Great Engineers! Storytelling Worksheet*** (https://www.nextengineers.org/resource/i-work-great-engineers-storytelling-worksheet)
5. Practice asking and answering questions students may ask. See ***Frequently Asked Student Questions*** (https://www.nextengineers.org/resource/frequently-asked-student-questions).
6. Print out copies of the **Student Worksheet** (below) for each group.
7. Set up each group's materials before the start of the activity.

KEY WORDS

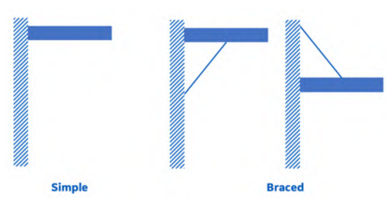
- Braced cantilever
- Cantilever
- Compression
- Constraints
- Criteria
- Engineering Design Process (EDP)
- Engineering Habits of Mind (EHM)
- Engineers
- Iteration
- Prototype
- Simple cantilever
- Tension

Step-by-Step Instructions

Time	Instructions	Materials
5 min	**Welcome & Introductions** • Welcome students to the activity and briefly introduce yourself, noting what kind of engineer you are. • Ask students if any of them have ever stood on a balcony. What kind of structure is a balcony? Where is it supported? How does it stay up? • Explain that a balcony is an example of a cantilever. Cantilevers are rigid horizontal structures that are supported only at one end. • Hold your arm out horizontally beside or in front of you to demonstrate a very simple cantilever. Have students do this too. What do they feel? • Ask the group to describe other examples of cantilevers they have come across. Some examples might include float shelves in their home, an awning over a door or window, some bridges, and airplane wings. • Explain that some entire buildings are designed and built as cantilevers. If possible, show the images in the **Activity Background**. • If you have time, you can also play the video called *The Structures That Defy Gravity* (8:37) to see some of the world's most remarkable cantilevered structures.	Activity Background
5 min	**Pre-Challenge Exploration** • Explain to the group that their challenge will be to design and build a cantilever that can support the greatest mass at the greatest distance using nothing but paper and masking tape. • Hold up a piece of paper and ask for suggestions for how it could be used to create a cantilever. • Ask students what could be done to the paper to make is stiffer or stronger. Some options include rolling it into a cylinder or folding it into a triangle (or even a fan). • Now ask students how they can attach this stiffened structure horizontally to the edge of a table so that it remains rigid and horizontal and can support a mass. Some options include bracing it from the top and/or the bottom as shown on the right.	

TIPS FOR WORKING WITH STUDENTS

- **Be prepared** by practicing the activity beforehand. Being prepared is the best start to leading confidently and having fun.
- **Facilitate like an engineer** by reflecting during and after each session. What worked? What could be improved? How could you do things differently next time?
- **Teamwork is critical** in engineering so encourage it among students. Make sure no one dominates and everyone gets to play.
- **Give one instruction at a time** to keep a large group on task and doing what you need them to do.
- **Give regular time updates** to keep students on track.



The basic types of cantilevers

5 min	**Challenge Overview** • Remind students what their engineering design challenge is and explain that each team's structure will have a final score calculated for it as follows: $\text{score} = \text{mass supported (g/oz)} \times \text{distance from edge or brace (cm/in)}$ • Explain that the length of their cantilever will be measured as the distance from the edge of the table (or the point of attachment of any bracing) to the point at which their mass is attached. • Explain also that teams are going to need to think strategically about both the mass supported and the distance at which this mass is supported. They will need to find the right balance between these criteria.	
45 min	**Engineering Design Challenge** • Divide the group into teams and hand each team its building materials and a copy of the **Student Worksheet** and the **Engineering Design Process Summary**. Remind teams to NOT eat their delicious weights until they have calculated their final score! • Tell teams that they have 45 minutes in which to design, test, and re-design their cantilevers and have you come and measure the distance at which their load is supported in to calculate an official score. • As teams work, circulate around the room encouraging them and answering any questions they might have. • Have teams consider whether they wish to maximize the distance, supported mass, or whether they want to try and find a balance between the two. • Encourage teams to test early and often all in order to achieve the highest score possible. • As teams calculate their scores, move around the room to verify each one.	Building Materials Student Worksheet Engineering Design Process Summary

TIPS FOR MAKING CONNECTIONS

- **Give constructive feedback** to help students grow and improve.
- **Ask open-ended questions** to better understand what and how students are thinking.
- **Be respectful** by listening actively and responding openly and authentically. Give students your undivided attention and the respect you want them to give you.
- **Be honest** about what you know. Say if you don't know something. Encourage students to keep trying by sharing some of your own failures and the lessons you learned.

TOP TIP

Don't let anyone eat the chocolates or sweets until they have been used to test their cantilever and calculate its score!

10 min	**Reflection and Closing** • Give teams about four minutes to discuss the reflection questions in the Student Worksheet. • After this time, bring the group back together to discuss their answers, paying particular attention to what students learned about engineering and the engineering design process.	Student Worksheet

Extension

This activity can be extended or modified in the following ways:

- Increase the minimum mass the cantilever needs to support.
- Increase the minimum distance at which the mass needs to be supported.
- Reduce the number of pieces of paper teams have access to.
- Limit the amount of masking tape teams can make use of.

Key Words

- **Braced cantilever**: A cantilever that is supported by a brace either from above or below.
- **Cantilever**: A rigid structure extending horizontally and only supported at one end. It can be formed as a beam, slate, truss, or slab.
- **Compression**: A force that squeezes or pushes the ends of an object together. The object is said to be in compression.
- **Simple cantilever**: A cantilever that has no supporting brace.
- **Tension**: A force that pulls the ends of an object apart. The object is said to be in tension.

- **Constraints:** Limitations of materials, time, budget, size of team, etc.
- **Criteria:** Conditions that the design must satisfy to be considered successful.
- **Engineering Design Process (EDP):** The iterative process of researching, designing, prototyping, and testing engineers use to solve problems and design solutions.
- **Engineering Habits of Mind (EHM):** Six unique ways that engineers think.
- **Engineers:** Inventors and problem-solvers of the world. Twenty-five major specialties are recognized in engineering (have a look at the infographic at https://tryengineering.org/wp-content/uploads/18-EA-381-InfographicEngineering_R2-6.pdf).
- **Iteration:** The process of repeated design, testing, and redesign.
- **Prototype:** A working model of the solution to be tested.

Activity Background

A cantilever is like a normal horizontal beam, except it is supported only at one end. If you have a floating shelf in your house, that is a cantilever. Cantilevers are used commonly in bridge, balcony, and stadium construction. The wings of an aircraft are also cantilevers.

Cantilevers can also be used to create gravity defying structures like this house in Lithuania.

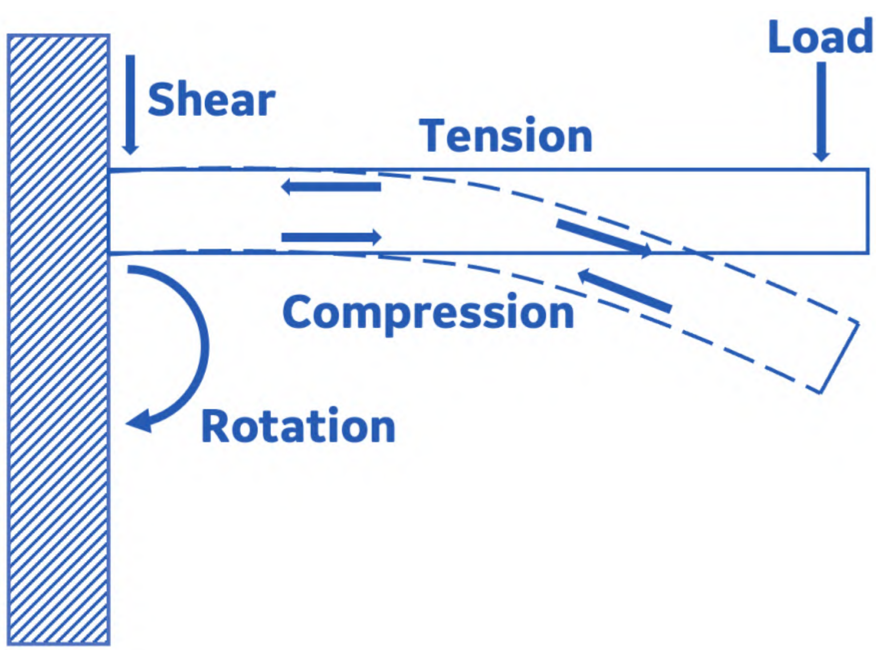
Residential House in Utriai, Lithuania by Architectural bureau G.Natkevicius and partners is used under fair use. https://architizer.com/projects/utriai/

The Lamar Construction headquarters by Integrated Architecture is used under fair use https://www.projectpresenter.com/structural-design-incorporated/projects/lamar-construction-company-corporate-headquarters/8686/show

Visit *11 Houses With Incredible Cantilevers* to see some more amazing examples.

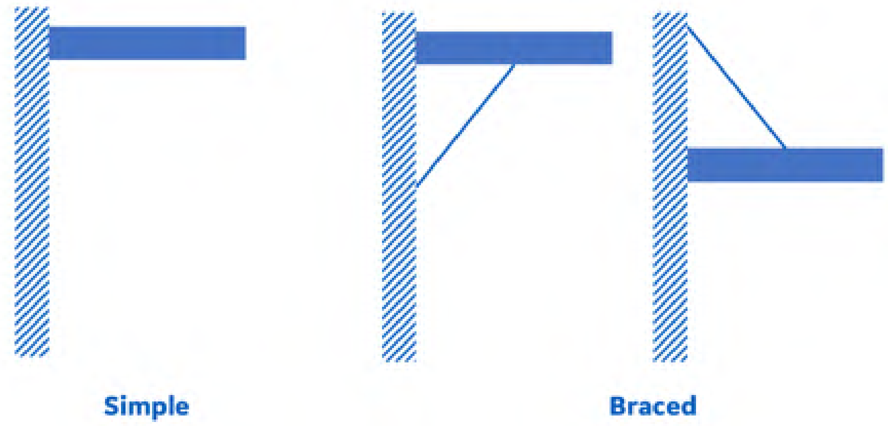
Cantilevers are excellent exemplars of four of the most important forces in civil, structural, and mechanical engineering. When placed under load, the cantilever bends. This stretches the top of the cantilever and places the top under tension while pushing the ends of the bottom of the cantilever together and placing the bottom under compression.

Also under load, the cantilever experiences a rotation force, that wants to rotate it out of its anchor as well as a shear force that wants to push the cantilever down the wall.



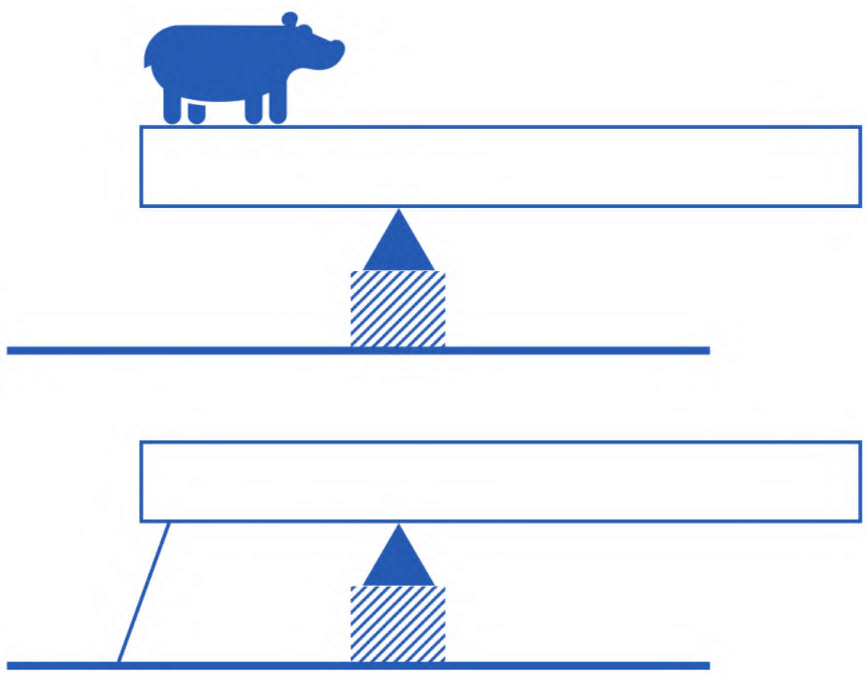
There are a few ways to anchor and stabilize a cantilever. One way is to use brute force and anchor the cantilever very securely into a wall. This is how floating shelves and balconies work. These are termed simple cantilevers.

You can also brace a cantilever from above or below. When braced from above, the brace experiences tension as the cantilever and load pulls down on it.



When braced from the bottom, the brace is under compression as the cantilever and load push on it.

Another method is to use a pivot and some sort of counter-weight. The counter-weight can either be a really heavy object or some sort of tensioned cable system.



To learn more about cantilevers watch the video called *The Architecture of Cantilevers* (8:08).

Additional Resources

- ***The Structures That Defy Gravity*** (8:37)
  https://www.youtube.com/watch?v=opTiYDNaXbE
- ***11 Houses With Incredible Cantilevers***
  https://www.archdaily.com/889129/11-houses-with-incredible-cantilevers
- ***Cantilevers: Gravity-defying architectural protrusions***
  https://edition.cnn.com/style/article/cantilevers-architecture-dezeen/index.html
- ***The Architecture of Cantilevers*** (8:08)
  https://www.youtube.com/watch?v=Wwqvxzm0rio

ಹ್ಯಾಂಗಿಂಗ್ ಅರೌಂಡ್

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ವರ್ಕ್ ಶೀಟ್

ಸವಾಲಿನ ಅವಲೋಕನ

ನೀವು ಒಂದು ಇಂಜಿನಿಯರ್‌ಗಳ ತಂಡದ ಭಾಗವಾಗಿದ್ದೀರಿ. ಆ ತಂಡಕ್ಕೆ ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ದೂರದವರೆಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಹೊರುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿರುವ ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್ ಅನ್ನು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸುವ ಮತ್ತು ನಿರ್ಮಿಸುವ ಸವಾಲನ್ನು ನೀಡಲಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲು, ನೀವು ಸಾಮಾನ್ಯ ಮುದ್ರಣ ಕಾಗದ ಮತ್ತು ಮಾಸ್ಕಿಂಗ್ ಟೇಪ್‌ನ 10 ಹಾಳೆಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಬಳಸಬಹುದು. ಯಾವ ತಂಡವು ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್ ಅನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನೋಡಲು, ನಿಮ್ಮ ರಚನೆಗೆ ಅಂತಿಮ ಸ್ಕೋರ್ ಅನ್ನು ನೀವು ಈ ಕೆಳಗಿನಂತೆ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಬಹುದು:

ಅಂಕ = ತಡೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಹೊರೆ (g/oz) × ಅಂಚು ಅಥವಾ ಕಟ್ಟುಪಟ್ಟಿಯ ತುದಿಯ ದೂರ (cm/in)

ಯಶಸ್ವಿನ ಮಾನದಂಡ

- ನಿಮ್ಮ ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್ ಎಷ್ಟು ಸಾಧ್ಯವೋ ಅಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಆದರೆ ಕನಿಷ್ಠ 75 ಗ್ರಾಂ (2.65 ಔನ್ಸ್) ಹೊರುವಂತಿರಬೇಕು.
- ನಿಮ್ಮ ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್ ಈ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ದೂರದವರೆಗೆ ತಾಳಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು ಅಂದರೆ ಮೇಜಿನ ಅಂಚಿನಿಂದ (ಅಥವಾ ಬ್ರೇಸಿಂಗ್ ಪಾಯಿಂಟ್‌ನಿಂದ) ಕನಿಷ್ಠ 40 ಸೆಂ.ಮೀ (15.75 ಇಂಚು) ದೂರದವರೆಗೆ. ಎಲ್ಲಾ ಅಳತೆಗಳನ್ನು ಮೇಜಿನ ಅಥವಾ ಡೆಸ್ಕಿನ ಅಂಚಿನಿಂದ (ಅಥವಾ ಯಾವುದೇ ಬ್ರೇಸಿಂಗ್ ಅನ್ನು ಜೋಡಿಸಲಾದ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ) ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ನೇತುಹಾಕಿದ ಬಿಂದುವಿನವರೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ.

ನಿರ್ಬಂಧಗಳು

- ನೀವು ನಿಮ್ಮ ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್ ಅನ್ನು ಮೇಜು ಅಥವಾ ಡೆಸ್ಕಿನಿಂದ ಅಂಚಿನಿಂದ ನಿರ್ಮಿಸಬೇಕು.
- ನಿಮಗೆ ಒದಗಿಸಲಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ನೀವು ಬಳಸಬಹುದು.
- ಅದನ್ನು ನೀವು 45 ನಿಮಿಷ ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಿಸಬೇಕು.

ಒಟ್ಟು ಸಮಯ: 45 ನಿಮಿಷಗಳು

ಸಂಶೋಧನೆ ಮತ್ತು ಯೋಜನೆ (2 ನಿಮಿಷಗಳು)

ನೆನಪಿಡಿ, ನಿಮ್ಮ ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್ ಅನ್ನು ಕೇವಲ 10 ಹಾಳೆಗಳು ಅಥವಾ ಸಾಮಾನ್ಯ ಮುದ್ರಣ ಕಾಗದ ಮತ್ತು ಮಾಸ್ಕಿಂಗ್ ಟೇಪ್ ಬಳಸಿ ಮಾತ್ರ ನಿರ್ಮಿಸಲು ಅವಕಾಶವಿರುತ್ತದೆ. ಮೇಜಿನ ಅಂಚಿನಿಂದ ಕನಿಷ್ಠ 75 ಗ್ರಾಂ (2.65 ಔನ್ಸ್) ಮತ್ತು 40 ಸೆಂ.ಮೀ (15.75 ಇಂಚು) ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಹೊರುವಷ್ಟು ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೊಂದಿರುವಂತೆ ದುರ್ಬಲವಾದ ಕಾಗದದ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ನೀವು ಹೇಗೆ ಬಲಪಡಿಸಬಹುದು?

ನೀವು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಲು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಯೋಚಿಸಿ:

- ಕಾಗದವನ್ನು ಬಲವಾಗಿಸಲು ನೀವು ಯಾವ ಆಕಾರಗಳಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಮಡಚಬಹುದು?
- ಹಲವಾರು ಕಾಗದದ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಜೋಡಿಸಿ ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ಉದ್ದನೆಯ, ಸ್ಥಿರವಾದ ಮತ್ತು ಸದೃಢವಾದ ಒಂದು ರಚನೆಯನ್ನು ಹೇಗೆ ರೂಪಿಸಬಹುದು?
- ಮೇಜಿನ ಅಂಚಿಗೆ ನೀವು ರಚನೆಯನ್ನು ಹೇಗೆ ಭದ್ರವಾಗಿ ಜೋಡಿಸಬಹುದು?

ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳು

- ಭಾರವನ್ನು ಹಾಕಿದಾಗ ಟೇಬಲ್‌ನ ಹೊರಗಿರುವ ಅದರ ಭಾಗವು ಬಾಗುವುದಿಲ್ಲ ಅಥವಾ ಮುರಿದು ಹೋಗಬಾರದು ಎಂದು ಖಚಿತಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ನಿಮ್ಮ ರಚನೆಯನ್ನು ಹೇಗೆ ಬಲಪಡಿಸಬಹುದು?

ವಿನ್ಯಾಸದ ಹಂತ (3 ನಿಮಿಷಗಳು)

ನೀವು ಯಾವುದನ್ನಾದರೂ ನಿರ್ಮಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುವ ಮೊದಲು, ನಿಮ್ಮ ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್ ಅನ್ನು ಹೇಗೆ ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಬಹುದು ಮತ್ತು ನಿರ್ಮಿಸಬಹುದು ಎಂಬುದರ ಕುರಿತು ನಿಮ್ಮ ತಂಡದೊಂದಿಗೆ ಐಡಿಯಾಗಳನ್ನು ಹಂಚಿಕೊಳ್ಳಿ. ಹೆಚ್ಚಿನ ಐಡಿಯಾಗಳಿದ್ದಷ್ಟೂ ಹೆಚ್ಚು ಉತ್ತಮ. ವಿಚಿತ್ರವಾದ ಐಡಿಯಾಗಳಿಗೂ ಅವಕಾಶವಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನೆನಪಿಡಿ. ಅವುಗಳು ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಗೆಲ್ಲುವ ಐಡಿಯಾಗಳ ಚಿಮ್ಮುಹಲಗೆಯಾಗಿರುತ್ತವೆ!

ನಿಮ್ಮ ಕೆಲವು ಐಡಿಯಾಗಳನ್ನು ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಬರೆಯಿರಿ ಅಥವಾ ಚಿತ್ರಿಸಿ. ಪ್ರಾರಂಭಿಸು ಮೊದಲು ನಿಮಗೆ ಸಹಾಯ ಮಾಡುವ ಕೆಲವು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಇಲ್ಲಿವೆ:

- ನಿಮ್ಮ ಕಾಗದವನ್ನು ನೀವು ಹೇಗೆ ಸದೃಢ ಮತ್ತು ಸ್ಥಿರವಾಗಿಸಬಹುದು?
- ಉದ್ದನೆಯ ರಚನೆಯನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲು ನೀವು ಕಾಗದದ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ಒಂದಾಗಿ ಜೋಡಿಸುವಿರಿ?
- ನಿಮ್ಮ ರಚನೆಯನ್ನು ಟೇಬಲ್‌ಗೆ ಹೇಗೆ ಜೋಡಿಸುವಿರಿ?
- ನಿಮ್ಮ ರಚನೆಯನ್ನು ಬಲಪಡಿಸಲು, ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಅದರ ಮೇಲೆ ಹೊರೆಯನ್ನು ಹಾಕಿದಾಗ, ನೀವು ಯಾವುದೇ ಕಟ್ಟುಪಟ್ಟಿಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತೀರಾ?
- ಕಟ್ಟುಪಟ್ಟಿಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನಿಂದ ಹಾಕಿದರೆ ಒಳ್ಳೆಯದೇ ಅಥವಾ ಕೆಳಗಿನಿಂದ ಜೋಡಿಸಿದರೆ ಉತ್ತಮವೇ?
- ನಿಮ್ಮ ರಚನೆಯು ತಡೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದಾದ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುವಿರಾ ಅಥವಾ ಅದು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ತಡೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದಾದ ದೂರವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತೀರಾ?
- ನಿಮ್ಮ ರಚನೆಯನ್ನು ಭದ್ರಪಡಿಸಲು ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಬಲವನ್ನು ಒದಗಿಸಲು ನಿಮ್ಮ ಮಾಸ್ಕಿಂಗ್‌ಟೇಪ್ ಅನ್ನು ಹೇಗೆ ಬಳಸಬಹುದು?

ಇಂಜಿನಿಯರ್‌ಗಳು ಯಾವಾಗಲೂ ತಮ್ಮ ಐಡಿಯಾಗಳನ್ನು ಸ್ಕೆಚ್‌ನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸುತ್ತಾರೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನೆನಪಿಡಿ. ಯಾವುದನ್ನಾದರೂ ನಿರ್ಮಿಸುವ ಮೊದಲು ಸಂವಹನ ನಡೆಸಲು ಮತ್ತು ಅವರ ಆಲೋಚನೆಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಇದು ಅವರಿಗೆ ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ. ನೀವು ಬಳಸಲಿರುವ ಮೂಲ ವಿಧಾನದ ಕೆಲವು ವಿನ್ಯಾಸ ರೇಖಾಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಮರೆಯದಿರಿ. ಚಿಂತಿಸಬೇಡಿ; ನಿಮ್ಮ ಮೂಲ ಕಲ್ಪನೆಯು ನೀವು ಯೋಜಿಸಿದಂತೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡದಿದ್ದರೆ ನೀವು ವಿಧಾನವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಬಹುದು.

ಓಹ್, ಅಂದ ಹಾಗೆ ತೂಕ ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಡಿ - ಸದ್ಯಕ್ಕೆ ಹಾಗೆಯೇ ಇರಲಿ! ನಿಮ್ಮ ಅಂತಿಮ ಅಂಕವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಲು ಅವುಗಳನ್ನು ಇರಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ.

ನಿರ್ಮಿಸಿ! ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ! (40 ನಿಮಿಷಗಳು)

ಈಗ ನಿಮ್ಮ ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್ ಅನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವ ಸಮಯ. ಏಇತರ ತಂಡಗಳು ಏನು ಮಾಡುತ್ತಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗಮನಿಸಲು ಮರೆಯದಿರಿ ಮತ್ತು ನಿಮ್ಮ ತಂಡದ ಯೋಜನೆಗೆ ಸುಧಾರಣೆ ತರಬಹುದಾದ ವಿಭಿನ್ನ ವಿನ್ಯಾಸಗಳ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ.

ನಿಮಗೆ ಬೇಕಿದ್ದರೆ, ನಿರ್ಮಾಣ ಹಂತದಲ್ಲಿ ನಿಮ್ಮ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸಲು ನೀವು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು. ವೈಫಲ್ಯತೆ ಎನ್ನುವುದು ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಒಂದು ಭಾಗವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಯಾವುದು ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಯಾವುದು ಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಇದರಿಂದ ಕಲಿಯುತ್ತೇವೆ.

ನಿಮ್ಮ ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್‌ನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಸಿದ್ಧರಾದಾಗ ಅದರ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಸಣ್ಣ ಚಾಕೊಲೇಟ್‌ಗಳು/ಸ್ವೀಟ್‌ಗಳನ್ನು ಇರಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿ. ನೀವು ತುದಿಯಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭಿಸುವ ಅಗತ್ಯವಿಲ್ಲ. ರಚನೆಯು ಯಾವ ಹಂತದಲ್ಲಿ ವಿಫಲಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನೋಡಲು ಟೇಬಲ್ ಕಡೆಯಿಂದ ಲೋಡ್ ಮಾಡಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿ ನಂತರ ಲೋಡ್ ಅನ್ನು ಕ್ರಮೇಣ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಇರಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗುವುದು ಉತ್ತಮ. ಟೇಬಲ್‌ನಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ದೂರದವರೆಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ತಡೆದುಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ನಿಮ್ಮ ರಚನೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಬಹುದೇ?

ಮನೆಯಲ್ಲಿ

ನೀವು ಇಂದು ಮನೆಗೆ ಹೋದಾಗ, ನೀವು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿ ನಿರ್ಮಿಸಿದ ಕಾಗದದ ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್ ಬಗ್ಗೆ ನಿಮ್ಮ ಕುಟುಂಬಕ್ಕೆ ಏಕೆ ಹೇಳಬಾರದು? ನಿಮ್ಮ ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್ ಅನ್ನು ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲು, ನಿರ್ಮಿಸಲು ಮತ್ತು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ನೀವು ತಂಡದ ಭಾಗವಾಗಿ ಹೇಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದಿರಿ, ನಿಮ್ಮ ತಂಡವು ಎಷ್ಟು ಅಂಕಗಳನ್ನು ಗಳಿಸಿದೆ ಮತ್ತು ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಬಗ್ಗೆ ನೀವು ಏನು ಕಲಿತಿರಿ ಎಂಬುದರ ಕುರಿತು ಅವರಿಗೆ ತಿಳಿಸಿ.

ಇಂದಿನ ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಬಗ್ಗೆ ನಿಮ್ಮ ಕುಟುಂಬಕ್ಕೆ ತಿಳಿಸಿದ ನಂತರ, ನೀವು ಅದರಲ್ಲಿ ಏನು ಇಷ್ಟಪಟ್ಟಿದ್ದೀರಿ/ಇಷ್ಟಪಡಲಿಲ್ಲ ಮತ್ತು ಚಟುವಟಿಕೆಗೆ ನೀವು ಏನು ಬದಲಾವಣೆ ತರಲು ಅಥವಾ ಸೇರಿಸಲು ಬಯಸುವಿರಿ ಎಂದು ಅವರಿಗೆ ತಿಳಿಸಿ.

ನೀವು ಇಷ್ಟಪಟ್ಟರೆ, ನೀವು ಅವರೊಂದಿಗೆ ಕೆಲವು ವಿಶ್ಲೇಷಣಾ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನೂ ಸಹ ಚರ್ಚಿಸಬಹುದು.

ಸುಳಿವು

ಒಂದು ಕಡ್ಡಿಗಿಂತ ಹಲವಾರು ಕಡ್ಡಿಗಳ ಕಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಬಲ ಹೆಚ್ಚಿರುವಂತೆಯೇ, ಅನೇಕ ಕಾಗದದ ತುಂಡುಗಳು ಒಂದೇ ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ ಅಥವಾ ಅನೇಕ ಸಣ್ಣ ಆಕಾರಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಅವು ಒಂದು ಕಾಗದದ ತುಂಡಿಗಿಂತ ಬಲವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಾರಿ ಪರೀಕ್ಷೆಯ ನಂತರ ನೀವು ನಿಮ್ಮನ್ನು ಕೇಳಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದ ಕೆಲವು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಇಲ್ಲಿವೆ:

- ನಮ್ಮ ರಚನೆಯು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಹಂತದಲ್ಲಿ ವಿಫಲವಾಗಿದೆಯೇ? ಈ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ನಮಗೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಮಾರ್ಗವಿದೆಯೇ?
- ನಮ್ಮ ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್‌ನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ನಾವು ಕಟ್ಟುಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಸೇರಿಸಬಹುದೇ? ಈ ಕಟ್ಟುಪಟ್ಟಿಯು ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್‌ಗೆ ಜೋಡಿಸುವ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ನಿಮ್ಮ ದೂರವನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತೀರಿ ಎಂಬುದನ್ನು ನೆನಪಿಡಿ?
- ಕಟ್ಟುಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಸೇರಿಸುವುದು ದೂರವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವುದು ಯೋಗ್ಯವೆನಿಸುತ್ತದೆಯೇ?
- ಕಡಿಮೆ ಅಂತರಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಸೇರಿಸುವುದು ಉತ್ತಮವೇ ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ಅಂತರಕ್ಕೆ ಕಡಿಮೆ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಸೇರಿಸುವುದು ಉತ್ತಮವೇ? ಯಾವ ವಿಧಾನವು ನಮಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಂಕಗಳನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ

ನೆನಪಿಡಿ, ಏನಾದರೂ ತಪ್ಪಾದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ನಿಮ್ಮ ವಿನ್ಯಾಸವು ನೀವು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದಂತೆ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸದಿದ್ದರೆ, ಇದರಿಂದ ಸುಧಾರಿಸಲು ನಿಮಗೆ ಒಂದು ಅವಕಾಶ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಕಲಿಯಿರಿ, ಮರುವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿ ಮತ್ತು ಮರುಪರೀಕ್ಷಿಸಿ.

ಪರ್ಯಾವಲೋಕನ

ಒಂದು ತಂಡವಾಗಿ, ಈ ಕೆಳಗಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಿ:

1. ನಿಮ್ಮ ಮೂಲ ವಿನ್ಯಾಸವು ನಿಮ್ಮ ತಂಡವು ನಿರ್ಮಿಸಿದ ನಿಜವಾದ ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್ ರಚನೆಗೆ ಎಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಹೋಲುತ್ತದೆ?
2. ನಿರ್ಮಾಣ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಬೇಕೆಂದು ನಿಮಗೆ ಕಂಡುಬಂದರೆ, ನೀವು ಈ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಏಕೆ ನಿರ್ಧರಿಸಿದ್ದೀರಿ?
3. ನಿಮ್ಮ ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್‌ನಿಂದ ಕನಿಷ್ಠ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿ ಮತ್ತು ಕನಿಷ್ಠ ಅಂತರ ಎರಡೂ ಮಾನದಂಡಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತೆ?
4. ಬೇರೆ ತಂಡವು ನಿರ್ಮಿಸಿದ ಯಾವ ಕ್ಯಾಂಟಿಲಿವರ್ ನಿಮಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಅಥವಾ ಆಸಕ್ತಿದಾಯಕವೆನಿಸಿತು? ಏಕೆ?
5. ನೀವು ಒಂದು ಹೆಚ್ಚುವರಿ ವಸ್ತುವನ್ನು ಬಳಸಬಹುದಾಗಿದ್ದರೆ, ಯಾವುದನ್ನು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡುವಿರಿ ಮತ್ತು ಏಕೆ?
6. ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯು ತಂಡವಾಗಿ ಮಾಡಲು ಹೆಚ್ಚು ಲಾಭದಾಯಕವಾಗಿತ್ತು ಎಂದು ನೀವು ಭಾವಿಸುತ್ತೀರಾ ಅಥವಾ ನೀವು ಅದರಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬಂಟಿಯಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಲು ಬಯಸುತ್ತೀರಾ? ಏಕೆ?
7. ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಬಗ್ಗೆ ನೀವು ಏನು ಕಲಿತಿರಿ?
8. ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ವೃತ್ತಿಜೀವನಕ್ಕೆ ಈ ಸವಾಲು ಹೇಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದೆ ಎಂದು ನೀವು ಭಾವಿಸುತ್ತೀರಿ?

ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಡಿಸೈನ್ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ಕರಪತ್ರ

ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಡಿಸೈನ್ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ (EDP[1]) ಎನ್ನುವುದು ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಡಿಸೈನ್ ಸಲ್ಯೂಶನ್ನಳನ್ನು ಪರಿಹರಿಸುವಾಗ ಇಂಜಿನಿಯರ್‌ಗಳು ಅನುಸರಿಸುವ ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿದೆ.

1. ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ ಮತ್ತು ವಿವರಿಸಿ

ಇಂಜಿನಿಯರ್‌ಗಳು ಹಲವಾರು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಕೇಳುವ ಮೂಲಕ ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತಾರೆ. ಯಾವ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಪರಿಹರಿಸಬೇಕಿದೆ? ಯಾರು ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆ? ನಾವು ಏನನ್ನು ಸಾಧಿಸ ಬೇಕಿದೆ? ಯೋಜನೆಯ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳೇನು? ಇದರ ಮಿತಿಗಳೇನು? ಇದರ ಗುರಿ ಏನು? ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯ ಮೂಲಕ, ಇಂಜಿನಿಯರ್‌ಗಳು **ಮಾನದಂಡಗಳನ್ನು** (ಪರಿಹಾರ ಮಾರ್ಗವು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿದೆ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲು ಅಗತ್ಯವಾಗಿ ಪಾಲಿಸಬೇಕಿರುವ ಷರತ್ತುಗಳು) ಮತ್ತು **ನಿರ್ಬಂಧಗಳನ್ನು** (ವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸುವಾಗ ಇರುವ ಮಿತಿಗಳನ್ನು) ಗುರುತಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತಾರೆ.

2. ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ

ಇಂಜಿನಿಯರ್‌ಗಳು ಸಮಸ್ಯೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಮತ್ತು ಅಳವಡಿಕೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದಾದ ಈಗಿರುವ ಯಾವುದೇ ಪರಿಹಾರ ಮಾರ್ಗಗಳ ಬಗ್ಗೆ **ಮಾಹಿತಿ ಮತ್ತು ಡೇಟಾವನ್ನು** ಸಂಗ್ರಹಿಸುವ ಮೂಲಕ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಆಳವಾಗಿ ಇಳಿಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಸಹಾಯ ಪಡೆಯಲು ಅವರು ವಿವಿಧ ಹಿನ್ನೆಲೆಗಳು ಮತ್ತು ನಿಪುಣತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಜನರೊಂದಿಗೆ ಸಮಾಲೋಚಿಸುತ್ತಾರೆ.

3. ಸಂಭವನೀಯ ಪರಿಹಾರಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿ

ಈಗ ನಿಜವಾದ ಆಟ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ! ಇಂಜಿನಿಯರ್‌ಗಳು **ಗಹನವಾದ ಆಲೋಚನೆ ಮತ್ತು ಚರ್ಚೆಗಳನ್ನು** ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತಾರೆ ಮತ್ತು ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ಪರಿಹಾರ ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸುತ್ತಾರೆ, ಕೆಲವೊಂದು ವಿಚಿತ್ರವಾದ ಪರಿಹಾರ ಮಾರ್ಗಗಳೂ ಇರಬಹುದು. ಇದು ಅಸಾಧಾರಣವೆನಿಸುವ ಐಡಿಯಾಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಕುರಿತು ತೀರ್ಮಾನದ ಮುಂದೂಡಿಕೆಯ ಸಮಯ. ಮೂಲ ಸಮಸ್ಯೆಯ ಮೇಲೆ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸುವಾಗ ಮತ್ತು ಮಾನದಂಡಗಳು ಮತ್ತು ನಿರ್ಬಂಧಗಳನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿಕೊಂಡು ಇತರರ ಐಡಿಯಾಗಳಿಂದ ನೆರವನ್ನು ಪಡೆಯುವುದು ಮುಖ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಒಂದು ಬಜೆಟ್ ನಿಗದಿಯಾಗಿದ್ದರೆ, ಆ ಬಜೆಟ್‌ನಲ್ಲಿಯೇ ಸಂಭಾವ್ಯ ಪರಿಹಾರ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಪಡಿಸಬಹುದೇ?

4. ಮೂಲಮಾದರಿಯನ್ನು (ಪ್ರೋಟೋಟೈಪ್) ರಚಿಸಿ

ಇಂಜಿನಿಯರ್‌ಗಳು ಪರಿಹಾರ ಮಾರ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚಿನ ಭರವಸೆಯ ಪರಿಹಾರಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು **ಮೂಲಮಾದರಿ**ಯನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಮೂಲಮಾದರಿ ಎನ್ನುವುದು ಅಂತಿಮ ಮಾದರಿಯ ಪರೀಕ್ಷಿಸಬೇಕಿರುವ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗಿಕ ಆವೃತ್ತಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.

5. ಮೂಲಮಾದರಿಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಮತ್ತು ಮೌಲ್ಯಮಾಪನ ಮಾಡಿ

ಹೆಚ್ಚಿನ ಮೂಲಮಾದರಿಗಳು **ವಿಫಲಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆಯಾದರೂ** ಅದು ಒಳ್ಳೆಯದೇ. ಯಾವ ವಿಚಾರಗಳ ಮೇಲೆ ಇಂಜಿನಿಯರ್‌ಗಳು ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಬೇಕೆಂದು ಇದು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಲಾದ ವಿನ್ಯಾಸವು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಮೂಲ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಪರಿಹರಿಸುತ್ತದೆಯೇ ಎಂದೂ ಸಹ ಇಂಜಿನಿಯರ್‌ಗಳು ನಿರ್ಧರಿಸಬೇಕಿರುತ್ತದೆ.

6. ಪರಿಹಾರ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ಪರಿಷ್ಕರಿಸಿ ಮತ್ತು/ಅಥವಾ ಮರುವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿ

ಪರೀಕ್ಷಿಸುವ ಮೂಲಕ ಅರಿತುಕೊಂಡ ನಂತರ, ಇಂಜಿನಿಯರ್‌ಗಳು ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ಉತ್ತಮ ಪರಿಹಾರ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ಹೊಂದುವವರೆಗೆ - ಮಾನದಂಡಗಳು ಮತ್ತು ನಿರ್ಬಂಧಗಳನ್ನು ಸಮತೋಲನಗೊಳಿಸುವವರೆಗೆ - **ಮರುವಿನ್ಯಾಸಗೊಳಿಸುತ್ತಾರೆ ಮತ್ತು ಮರಳಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಾರೆ**.

7. ಪರಿಹಾರ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ಪ್ರಸ್ತುತಪಡಿಸಿ ಅಥವಾ ಸಂವಹನ ಮಾಡಿ

ಅಂತಿಮವಾಗಿ, ಇಂಜಿನಿಯರ್‌ಗಳು ತಾವು ಕಂಡುಕೊಂಡ ಪರಿಹಾರದಿಂದ ತೃಪ್ತರಾಗುವ ಹಂತವನ್ನು ತಲುಪುತ್ತಾರೆ. ಇದು ಪರಿಪೂರ್ಣವಾಗಿರಬೇಕೆಂದಿಲ್ಲ, ಆದರೆ ಅದು '**ತೃಪ್ತಿಕರವಾಗಿರಬೇಕು**' – ಇರುವ ನಿರ್ಬಂಧಗಳೊಳಗೆ ಮಾನದಂಡಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸುವಂತಿರಬೇಕು. ಇಂಜಿನಿಯರ್‌ಗಳು ಈಗ ತಾವು ಕಂಡುಕೊಂಡ ಪರಿಹಾರವನ್ನು ಇತರರಿಗೆ ತಿಳಿಸುತ್ತಾರೆ

[1] https://www.teachengineering.org/design/designprocess ಇಂದ ಅಳವಡಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ

Hanging Around Volunteer Guide

This guide highlights some important information, questions, and principles to help you support teams in this challenge. Start by watching a video that explains some of the *Principles for Supporting Young Engineers* (9:40) and then *An Introduction to the Design Challenges* (6:08). You can also read about some general *facilitation tips* when working with youth.

The design challenge

In this activity, students work in teams of three or four to design, build, and test their own load bearing cantilever out of nothing but printing paper and masking tape. Each team will try and create a cantilever able to support the greatest mass as far out as possible They will calculate a final score for their structure as follows:

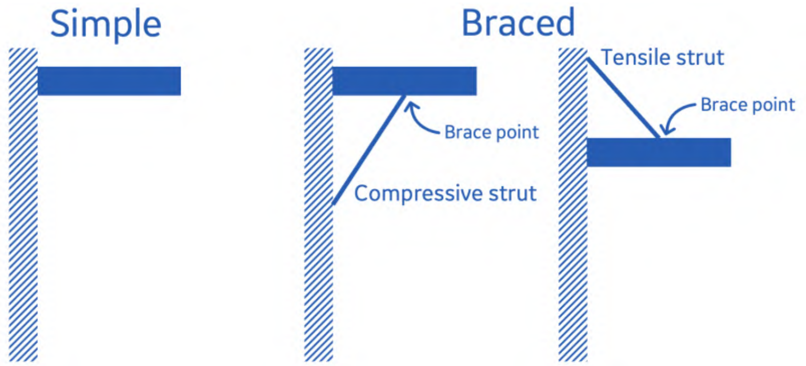
$$\text{score} = \text{mass supported (g/oz)} \times \text{distance from edge or brace (cm/in)}$$

The criteria and constraints for this challenge are reasonably simple.

- Success criteria
  - The cantilever must support as much mass as possible but at least 75 g (2.65 oz).
  - The cantilever must support this mass as far out as possible but at least 40 cm (15.75 in) from the edge of the table (or a brace point). All measurements will be taken from the edge of the table or desk (or the point where any bracing is attached) to the point from which the mass is suspended.
- Constraints
  - Teams must build their cantilevers out from the edge of a table or desk.
  - Students may only use the materials provided.
  - Students must complete their construction in 45 min or less.

Possible design solutions

It is almost inevitable that teams will build a braced rather than simple cantilever. If they build a braced cantilever, they will need to decide whether to use a compressive or tensile strut i.e., whether to brace from below or above.



FACILITATION NOTE

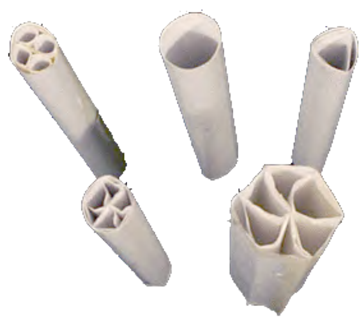
This challenge is customizable in terms of the minimum requirements for the mass to be supported and the minimum distance at which it must be supported. Check with the facilitator as to what criteria they have put in place.

FACILITATION NOTE

It may be tempting for teams to simply wrap their cantilever in copious amounts of masking tape. If necessary, illustrate how making tape is weak under compression but strong under tension. Suggest that this property might make their tape more useful to them in other ways, like as a tensile strut, leaving more paper to create a reinforced cantilever beam.

In addition, they will need to decide on the cross-sectional shape of their cantilever and strut. Here are some of the possible cross-sections they could choose from.

Finally, teams might decide to internally reinforce their cantilever and/or strut as in the examples below. Many pieces of paper working together are stronger than one.



Key design questions

Encourage teams to pause and share their ideas before jumping straight into building. The more ideas, the better—and crazy ideas are welcome! Also, remind them that they should produce a sketch of their design before they start building anything. Explain that sketches are a great way to test out different designs quickly and cheaply.

Here are some questions you can ask to help their design process:

- What shapes can they create that are strong and stiff? What shapes are beams they have seen in buildings and other structures.
- How are they going to attach their structure to the table?
- Is there a way they can reinforce their cantilever internally in some way?
- How can they support or strengthen that part of the cantilever that extends beyond the edge of the table either from the top or the bottom?
- How important is the position from which the mass is suspended?

Key testing questions

As teams build, encourage them to test early and often. Here are some questions you can ask while teams test and iterate:

- Are there any particular weak points in their system? How could they strengthen or reinforce these?
- Can they add a brace to help support their cantilever? Remember that you will measure your distance from the point at which this brace connects to the cantilever so, is adding a brace worth the sacrifice in distance?
- Are there any other cantilever (or strut) cross-sectional shapes they could try or ways to internally reinforce their cantilever?

FACILITATION NOTE

Strongly encourage teams to draw their design ideas on paper first.

If possible, explain why engineers draw sketches of their designs before they build by relating your own experience.

FACILITATION NOTE

Just as a bundle of sticks is stronger than a single stick, so multiple pieces of paper are stronger than a single piece of paper where they are combined into a single shape or when many smaller shapes are bundled together.

- Is there any advantage in sacrificing mass for greater distance or distance for greater mass? Where is the sweet spot in order to get the highest score?