

מבנים

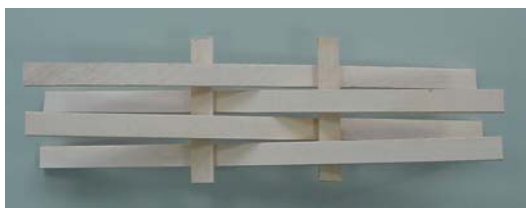
כבר בתקופות קדומות היה על האדם לעבור מגדה אחת של הנהר אל הגדה השנייה מבלי לטבול במים, אן שהיה עליו לדלג על-פני בור או תהום. הפתרון הפרימיטיבי ביותר לצורך זה היה הצבת קורה או מספר קורות או בולי עץ צמודים זו לזו, ומעבר על גביהן. זה היה הגשר הראשון הנקרא "גשר קורות". נתאר לעצמנו קורה אחת הנשענת בשתי קצותיה על סמכים יציבים ונבחן מה קורה לה.

אבל אם הנהר היה רחב או לא היו ברשותנו בולי עץ באורך המתאים, כיצד נפתור את הבעיה? לאונרדו דה וינצ'י הצליח למצוא את הפתרון. האם גם אתם יכולים?

פעילות מס' 1:

חומרים הדרושים:

1. 4 מוטות באורך של 0.5 מטר (ניתן לחתוך אותם ממקל המטאטא).
 2. 2 מוטות באורך 15 ס"מ.
- נסו לבנות גשר באמצעות המוטות. יש להרכיב את הגשר מכל המוטות שברשותכם. אין להיעזר בחפצים נוספים. אם אתם צריכים רמז, ראו איור מס' 1



איור מס' 1

בניית הגשר מבוססת על עקרון המנוף, כאשר כוחות הלחיצה הפועלים בין המוטות וכוח חיכוך הנוצרים ביניהם מונעים מהמוטות להחליק זה על זה.

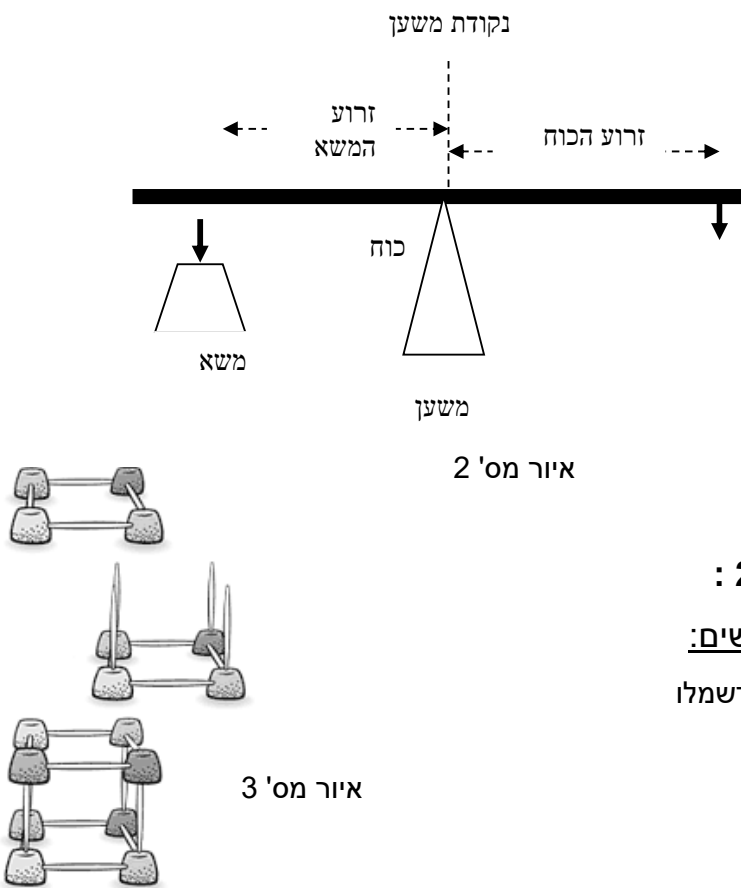
מנוף: המנוף הוא מכשיר המאפשר ביצוע עבודה מסוימת על ידי שימוש בכוחות קטנים מאלו הנדרשים בלעדיו.

המנוף הוא מוט קשיח המסתובב סביב ציר ונועד לביצוע משימות הדורשות הפעלת כח רב (הרמת משאות כבדים) או במשימות הדורשות פריסת כוח על פני דרך ארוכה יותר להשגת טווח תנועה גדול יותר.

המנוף הוא העיקרון שמאחורי מכשירים פשוטים כמו המספריים (שהם בעצם מנוף כפול), פותחן בקבוקים, מפצח אגוזים, סירת משוטים, חכה והמריצה.

אל מנוף שתי זרועות: על האחת מפעילים את הכוח והיא מכונה זרוע המשא, והאחרת מפעילה כוח ומבצעת את העבודה והיא מכונה זרוע הכוח. קיימים סוגים שונים של מנופים, הנבדלים זה מזה במיקומה של נקודת המשען. הראשון שתיאר שימוש במנופים היה ארכימדס היווני, שחי במאה השלישית לפנה"ס. ארכימדס בנה מכשיר שזכה לכינוי "מלתעות ארכימדס", המבוסס על עקרון המנוף, ותפקידו היה לנפץ לרסיסים את ספינות האויבים. בהתייחסו לשימושו הרבים של המנוף אמר ארכימדס פעם "תנו לי נקודת משען ואניף את העולם".

עקרון המנוף: מבוסס על עקרון לפיו מומנט של כח שווה למכפלת גודל הכח באורך זרוע הכח. לפיכך ניתן לקבל מומנט גדול על ידי הגדלת זרוע הכח במקום הגדלת הכח עצמו. ה"תשלום" על שינוי כזה הוא בהגדלת הדרך שלאורכה מופעל הכח.



פעילות מס' 2 :

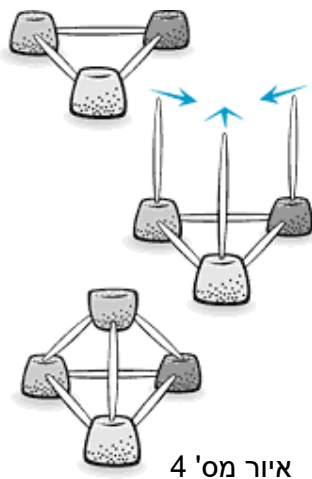
חומרים הדרושים:

פלסטלינה או מרשמלו

שיפודים

בניית קובייה:

1. חברו את הבסיס באמצעות 4 חתיכות פלסטלינה ו-4 מוטות (ראה איור מס' 3);
2. חברו לפלסטלינה בפינות הבסיס עוד 4 מוטות;
3. השלימו את המבנה לקובייה;
4. חברו את הקובייה למבנה גדול יותר ע"י חיבור הקוביות בין הקבוצות.



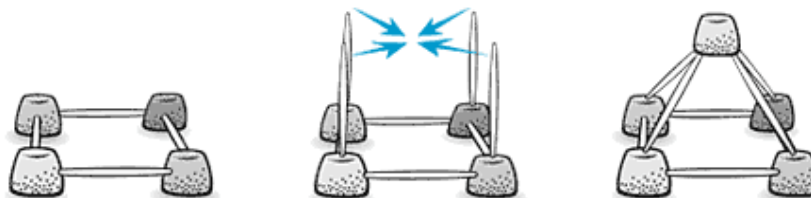
איור מס' 4

בניית פירמידה

1. חברו את הבסיס באמצעות 3 חתיכות פלסטלינה ו-3 מוטות (ראה איור מס' 4);
2. חברו לפלסטלינה בפינות הבסיס עוד 3 מוטות;
3. כופפו את המוטות למרכז, חברו אותם באמצעות פלסטלינה והשלימו את המבנה.
4. חברו את הפירמידות של הקבוצות לפירמידה אחת גדולה;

בניית פירמידה עם 4 צלעות

1. חברו את הבסיס באמצעות 4 מוטות ו-4 חתיכות פלסטלינה;
2. חברו לפלסטלינה בפינות הבסיס עוד 4 מוטות;
3. כופפו את המוטות למרכז, חברו אותם באמצעות פלסטלינה והשלימו את המבנה (ראה איור מס' 5).
4. חברו את המבנים הקטנים של הקבוצות למבנה אחד גדול.



איור מס' 5

איזה מבנה בין השלושה הינו החזק והיציב ביותר? מדוע?

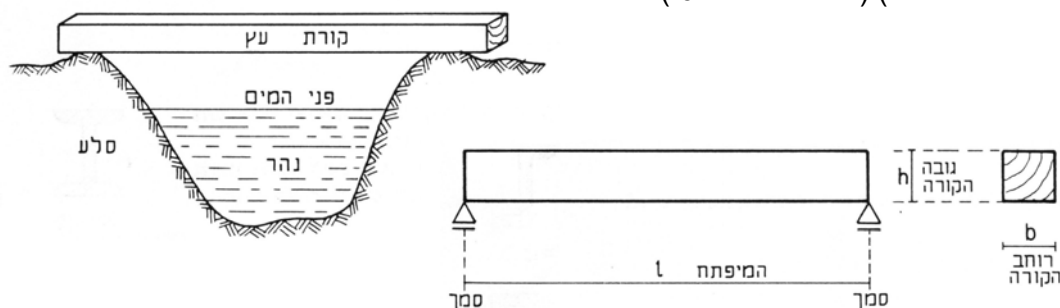
אפילו שהמבנה נשאר יציב ללא תזוזה, כל חלקיו נמצאים תחת לחיצה ומשיכה. המבנה בכל זאת ממשיך לעמוד כיוון שחלק מחלקיו נמתחים וחלקם האחר נלחצים. חלקו של המבנה הנמצא בלחץ – מתקצר וחלקו השני הנמצא במתיחה מתארך.

פעילות מס' 3:

1. קחו סרגל פלסטיק;
2. כופפו אותו כפי שמצויר באיור מס' 3

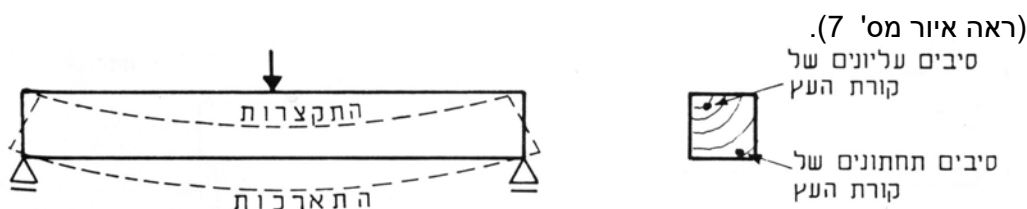
החלק העליון של הסרגל יהיה תחת לחיצה ויתקצר וחלקו התחתון יהיה במצב מתיחה ויתארך.

נתאר לעצמנו קורה אחת הנשענת בשתי קצותיה על סמכים יציבים (לדוגמא, סלעים בשתי גדות הנהר) (ראה איור מס' 6)



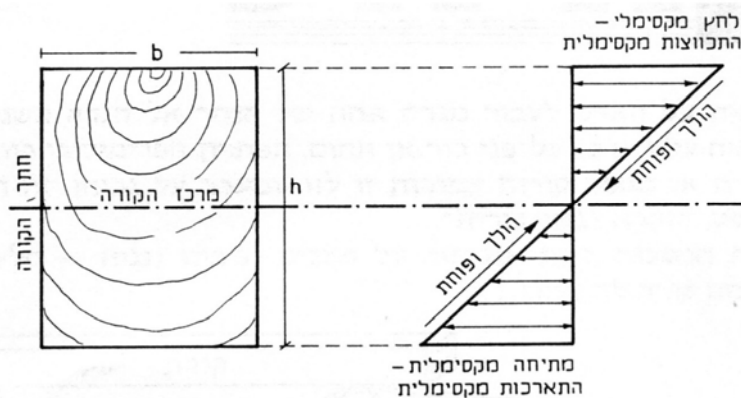
איור מס' 6

נניח, כי אדם עובר על פני הגשר ונסמן באיור מס' 7 את העומס המופעל על ידי משקל האדם על הקורה בחץ אנכי בכיוון מטה. בעקבות העומס יכולים להיווצר שני מצבים: אפשרות ראשונה – הקורה תישבר, כיוון שהיא חלשה מכדי לשאת בעומס ואיננה מתאימה לתפקיד זה. אפשרות שנייה – הקורה לא תישבר, היא תתכופף מעט בהשפעת העומס.



איור מס' 7

משקלו של האדם מפעיל כוח על חלקה העליון של הקורה. אלו הם **כוחות לחץ**. על החלק התחתון של חתך הקורה פועלים כוחות מתיחה. בין אזור הלחץ לבין אזור המתיחה, מובן מעליו שקיים אזור שאין בו כל שינוי, והוא במרכז הקורה (ראה איור מס' 8)

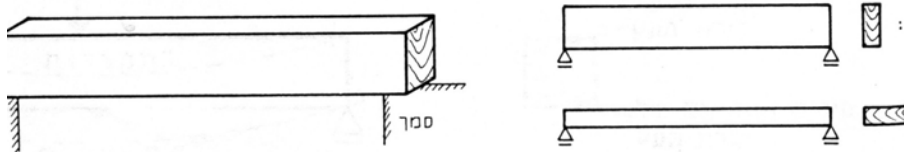


איור מס' 8



מסקנה: החומר הנמצא במרכז הקורה הינו מיותר . זאת הסיבה שלא משתמשים בפרופילים מלבניים, אלא בצורות שונות (ראה איור בצד שמאל). עיקר החומר מרוכז בחלקו העליון או התחתון.

שאלה: במה תשתמשו להובלת משא: במוט ברזל או בצינור ברזל?
שאלה: עלינו לבנות גשר קורות, אך בידינו רק קורות בעלות חתך מלבני. כיצד נניח את הקורות? (ראה איור מס' 9)



איור מס' 9

חלק מהחומרים, לבנים, למשל, לא נלחצים בקלות. הם חזקים ועמידים בלחיצה. אחרים, כגון כבלים חשמליים או סרטי גומי לא נשברים כאשר מותחים אותם. ישנם חומרים שטובים הן בלחיצה והן במתיחה.

קוביית פלדה עמידה לכוחות מתיחה באותה מידה שהיא עמידה לכוחות לחץ. לעומת זאת, מוט של פלדה עמיד יותר כנגד כוחות מתיחה, מפני שתחת לחץ הוא עשוי לקרוס (להתקפל). בלוק בטון ובדרך כלל מוצרי הבטון עמידים כנגד לחץ במידה רבה, ואינם עמידים כראוי כנגד כוחות מתיחה. חבל עמיד רק כנגד כוחות מתיחה (אפשר למתוח חבל, אי אפשר ללחוץ עליו). שק חול עמיד הרבה יותר כנגד כוחות לחיצה מאשר כנגד כוחות מתיחה, מפני שגרגירי החול לא מחוברים ביניהם. בתחום הבניה מנצלים את תכונות החומרים ומשלבים ביניהם: מוטות פלדה העומדים יפה בפני המתיחה משולבים בבטון העומד בפני כוחות לחץ.

פעילות מס' 4

חומרים הדרושים:

2 תבנית גבס

גבס

תחבושת

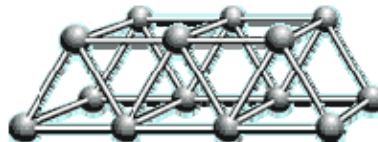
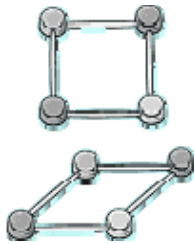
מים

כלי לתערובת

1. ערבבו את המים והגבס בכלי (רצוי להגיע למצב בו התערובת תהיה דומה למרקם שמנת);
 2. מלאו את התבנית הראשונה בגבס;
 3. יבשו את הגבס;
 4. מלאו את התבנית השנייה כאשר אתם מניחים לסירוגין שכבת גבס, שכבת תחבושת;
 5. יבשו את הגבס;
 6. הפילו את שתי התבניות מגובה מטר וצפו בהבדלים.
- בעצם בנינו חומר מרוכב, הבנוי משני חומרים, כאשר אנו משפרים את תכונות החומר החדש (חוזק).
- בטון משוריין, למשל הינו חומר מרוכב, כאשר בטון הינו חומר עמיד בפני לחץ וברזל הינו חומר עמיד בפני מתיחה ושניהם מהווים תערובת עמידה בפני לחיצה ומתיחה.

עיקר הכוחות המופעלים על המבנים במציאות הם כוחות אנכיים. מדוע? אולם בתכנון מבנים יש להתחשב גם בכוחות צדדיים, שהעיקרים שבהם הם כוחות הרוח ולעיתים גם כוחות רעידת אדמה, המתורגמים לכוחות צדדיים.

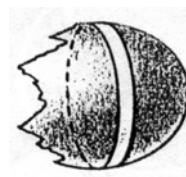
כאשר פועלים על המבנה כוחות אופקיים, קובייה מתמוטטת. מדוע? הדבר שונה לגבי צורת משולשים.



פעילות מס' 5:

חומרים הדרושים:

1. זוג מספריים;
2. 4 ביצים;
3. סלוטייפ;
4. כמה ספרים;



1. הדביקו את הסלוטייפ בהיקף האמצעי של הביצה כדי שהיא לא תשבר, כאשר חותכים אותה.
2. חתכו בזהירות את הביצה דרך סלוטייפ על מנת לקבל 2 חלקי קליפה.



3. שימו את הקליפות על השולחן כאשר הן הפוכות (ראה איור מס' 10) וסדרו אותן כך, שכאשר מניחים עליהן את הספר, הקליפות ימצאו בפינות הספר.
4. הוסיפו ספרים נוספים עד לשבירת הקליפות.

איור מס' 10

כמה ספרים הקליפות מסוגלות לשאת?

גשרי קשתות

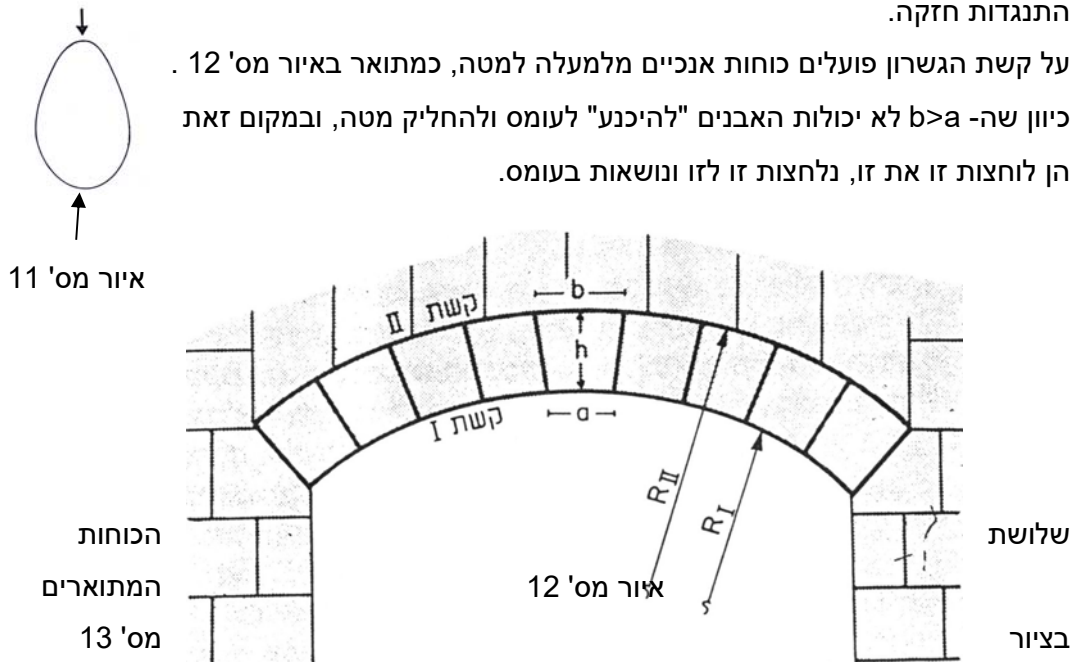
גשרי קשתות הם גשרים הניתנים לבנייה במפתחים גדולים ובעזרת חומרי בנייה פשוטים. גשרים אלו ניתנים לבניה מאבנים בלבד.

פעילות מס 6:

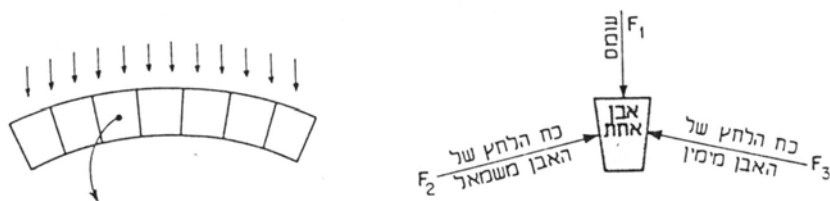
החזיקו ביד אחת את הביצה, כאשר היא נמצאת במצב אנכי ונסו לשבור אותה על ידי לחיצה עליה באמצעות כף היד. (ראה איור מס' 11).

למרות דקותה של קליפת הביצה יש לה חוזק רב. הסיבה היא במבנה הכיפתי שלה: כאשר אנו לוחצים על קליפת הביצה בכיוון החץ, מרכיבי הקליפה נלחצים זה אל זה ויוצרים התנגדות חזקה.

על קשת הגשרון פועלים כוחות אנכיים מלמעלה למטה, כמתואר באיור מס' 12. כיוון שה- $a > b$ לא יכולות האבנים "להיכנע" לעומס ולהחליק מטה, ובמקום זאת הן לוחצות זו את זו, נלחצות זו לזו ונושאות בעומס.



כוחות הפועלים על אבן אחת נמצאים בשיווי משקל כמתואר בשרטוט.



מכיוון שללבנים, אבנים ובטון יש כוח התנגדות ללחיצה, הם מתאימים כחומרי בנייה לבניית גשרי קשתות. על עקרון זה מבוססת בניית גשרי קשתות למפתחים של עשרות מטרים. לבניית גשרי קשתות במפתחים גדולים יותר משתמשים בבטון מזוין וניתן להגיע למפתחים של 200 מטר.

פעילות מס' 7:

חומרים הדרושים:

בלון;

חוט עבה

דבק

1. נפחו בלון לגודל רצוי;
2. כירכו סביבו חוטים עבים בכיסוי צפוף;
3. מירחו בדבק פלסטי שקוף את החוטים וצבעו אותם לפי טעמכם;
4. המתינו עד ייבוש הדבק;
5. הסירו את הבלון.

מדוע קבלתם מבנה אחיד וקשה, למרות שהחוט הינו דק וקל לכיפוף וקיפול?

גשרים תלויים



גשר תלוי הינו מבנה שתלוי על כבלים, הקשורים לראשי עמודים בקצותיו. ראו איור מס'. שיטת בניית גשרים זו מאפשרת בניית גשרים במפתחים שאין לתארם בשום מבנה אחר. גשר "שער הזהב" בסן פרנציסקו.

אחת הבעיות בבניית גשרים תלויים היא תנודותיהם

האנכיות בגלל העיוותים הנגרמים בכבלי המתיחה עקב גמישותם. זאת הסיבה שבעבר נמנעו מלהשתמש בשיטת בנייה זו לרכבות כבדות. כאשר המפתח הוא גדול, גם התמדת המשקל העצמי גדלה (התמדה היא תכונה של גוף להתמיד במנוחה או בתנועה במהירות קבועה ובקו ישר כל זמן שלא מופעל עליו כוח חיצוני).

יתרון הגשרים התלויים טמון ביכולתם לשאת עומסים במפתחים גדולים. על חלקי הגשר (פרט לעמודים), מופעלים כוחות מתיחה בלבד.

גשר מעוגן הכבלים

הגשר מעוגן הכבלים, שמגדליו מתחברים במישרין לסיפוננו באמצעות כבלי פלדה, מייצג שכלול של שיטה ששימשה זה זמן רב לחיזוקם של גשרי תלייה. הגשרים מעוגני הכבלים מגיעים למפתחים מעל 500 מטר.

פעילות מס' 8:

חומרים הדרושים:

סרגל מתכת

1. נסו למתוח את הסרגל;

2. לחצו על קצותיו.

אם מושכים את הקצוות של סרגל המתכת, סביר להניח שלא תצליחו. אך אם תלחצו על קצותיו של הסרגל, הוא יתכוּפּף (או יקרוס מבחינת המבנה). עמוד ברזל, אותו ניתן למתוח בכוח 100,000 ניוטון, לעולם לא יעמוד בכוח לחיצה שכזה.

בוני הגשרים מתמודדים עם כמה אתגרים במקביל. עליהם להתחשב במשטר הרוחות, בשינוי טמפרטורות במקום ועם הגיאוגרפיה של המקום: מפרץ, נהר או כל מחסום אחר. אחרי בדיקת האתר יש לבחור את סוג הגשר: קורה, קשת, תלייה או עיגון כבלים.

פעילות מס' 9:

שלב ראשון: סקירת אתרים



מפתח בן 5000 רגל לרוחב
מפרץ האוקיאנוס בו
עוברות ספינות ענק



מפתח בן 120 רגל לרוחב
הכביש המהיר

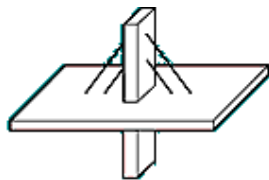


מפתח בן 1000 גל לרוחב נהר
עמוס בדוברות משא



מפתח בן 700 רגל רוחב קניון
עמוק וצר

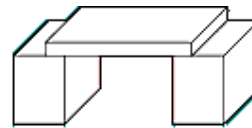
שלב שני: איזה סוג גשר מתאים ביותר למיקום האתר? נמקו את תשובתכם.



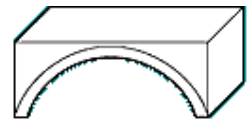
עוגז כבלים



תליה



קורה



קשת

פעילות מס' 10:

לרשותכם דף נייר. הכינו ממנו גשר. בדקו איזה עומס גשרכם עשוי לשאת. קיימו תחרות בין הקבוצות

פעילות מס' 11

חומרים הדרושים:

- קשיות;
- נייר A4;
- שיפודים;
- דבק פלסטי;

פלסטלינה;
מקלות ארטיק;
סיכות מתפצלות;
חוטי רקמה;
כוסות חד פעמיות;
מספרים

1. בחרו חומרים לפי רצונכם ובנו גשר לפי ראות עיניכם.
2. הגשר אמור לשאת עגלה דינאמית;
3. קיימו תחרות בין הקבוצות;