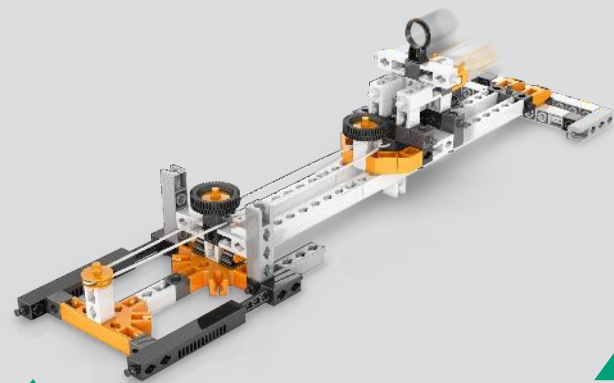




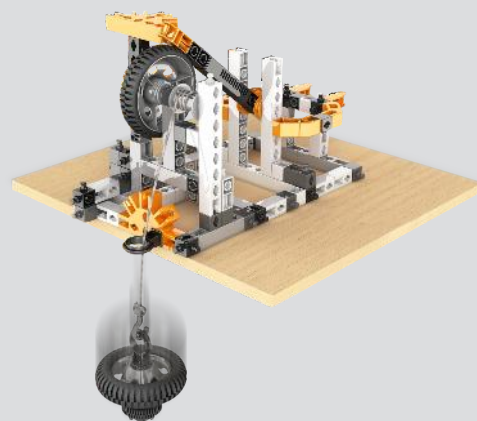
DISCOVERING STEM



Изграждане на платформа за краш тестове

Този невероятен модел симулира сблъсък на автомобил със стена, като използва еластичната енергия на гумена лента, превръщайки я в кинетична такава. Научете как силата, ускорението и масата влияят на скоростта на даден обект. Научете за значението на безопасното шофиране и закопчаването на предпазния колан.

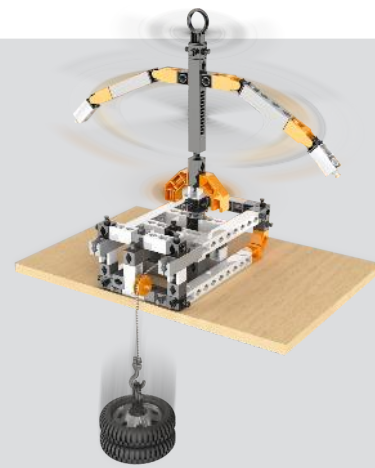
- Кои са Първият и Вторият закон на Нютон?
- Какво е инерция и как действа?



Изграждане на заточващо колело

Още в древността заточващите колела са били използвани за оформяне на много инструменти, като например копия и ножове. Това е било възможно благодарение на силата на триене! Експериментирайте с подобен модел и научете как триенето зависи от материалите, които са в контакт, и от силата на реакция между тях.

- Как триенето влияе върху движението на дадено тяло?
- Какво представлява Третият закон на Нютон?



Изграждане на платформа за тестване на инерцията

Постройте платформата и наблюдавайте инерционния момент при въртливо движение. Подобно на пързалането с кънки, фигурата се върти по-бързо или по-бавно в зависимост от положението на ръцете си. Научете физиката на ротационното движение чрез експериментирание и открийте ефекта на центробежната сила.

- Какво е инерционен момент?
- Какво е центробежна сила?



Изграждане на космическа ракета

Създайте своя собствена стартова площадка и изпратете "ракета" високо във въздуха! Наблюдавайте как еластичната енергия на пружината се превръща в кинетична такава. Научете за "скоростта на бягство" и защо за истинските ракети е важно да я постигнат, за да напуснат Земята!

- Какво представляват еластичната енергия и пружинното напрежение?
- Какво е скорост на бягството?



ЗАКОНИ НА ФИЗИКАТА

инерция, триене, движение по окръжност и преобразуване на енергията

Научете всичко за законите на Нютон, които са в основата на класическата механика, която все още описва повечето ситуации от ежедневието ни. Експериментирайте с кинетична и потенциална енергия, за да откриете свойствата на енергията и как тя се трансформира от една форма в друга. Постройте 6 работещи модела, като напр. платформа за краш тестове, космическа ракета, заточващо колело, лък и стрела, гумена кола и платформа за изпитване на инерцията. Можете да намерите лесни за изпълнение инструкции за построяването на всички модели онлайн или в приложената книжка. Ръководството съдържа подробни обяснения на различните прилагани научни принципи и включва иновативни експериментални дейности за практическо обучение. Наличен е и раздел „Викторина“, в който можете да тествате новите си знания!

12

страници с теория и невероятни факти!

4

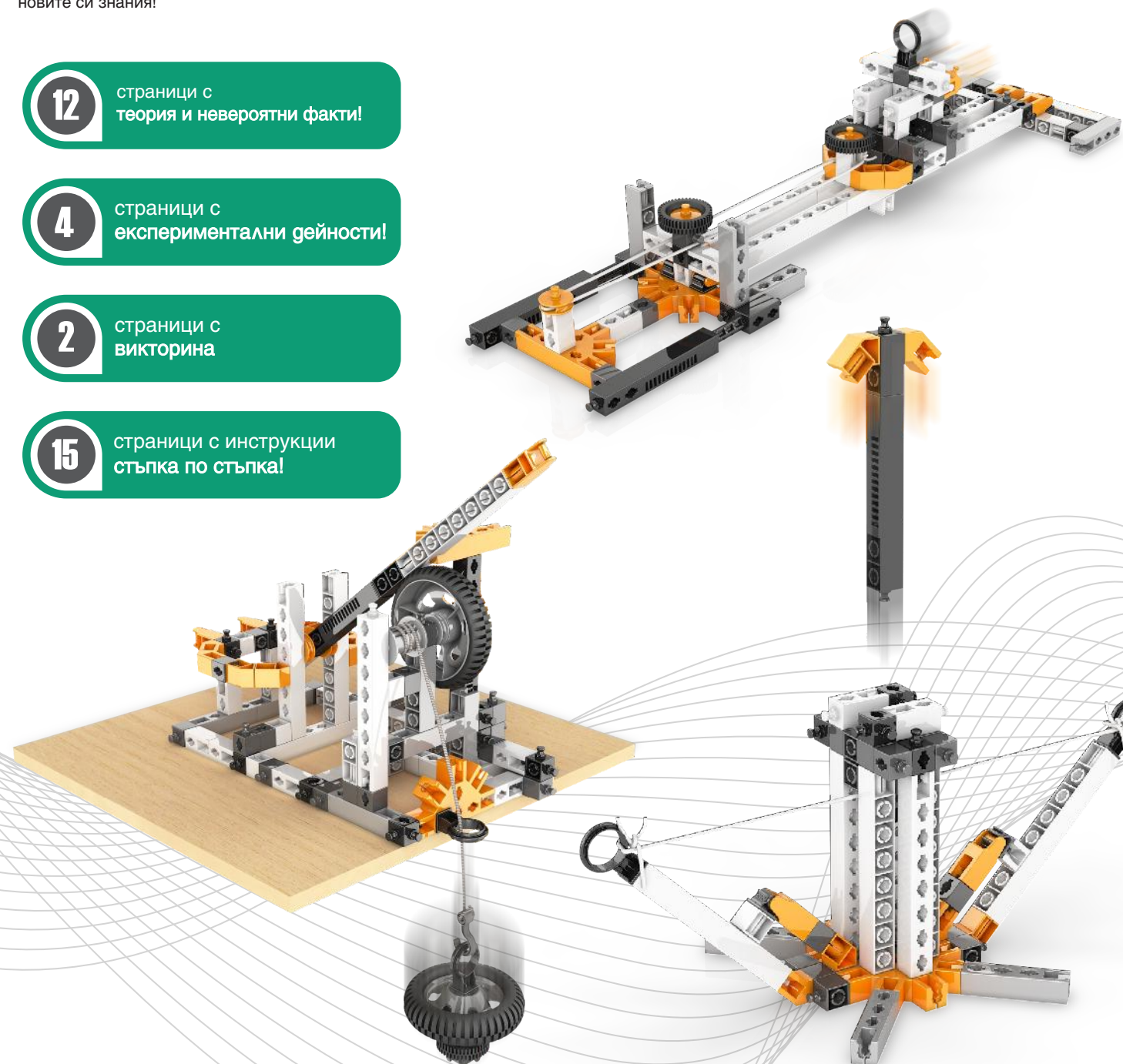
страници с експериментални дейности!

2

страници с викторина

15

страници с инструкции стъпка по стъпка!



6 модела за изграждане

9+

master engineers

2

Онлайн инструкции

4

Инструкции на хартиен носител



ОФИС В ЕС И ФАБРИКА:
ENGINO-NET LIMITED P.O.BOX
72100, 4200 LIMASSOL, CYPRUS
Tel.: +357 25821960 Bx: +357
25821961
E-mail: info@engino.com Web:
www.engino.com



Интерактивни 3D инструкции
за изтегляне на вашето смарт устройство

Мобилен приложение
Engino KidCAD
(3D визуализация)

Available on the
App Store

GET IT ON
Google Play



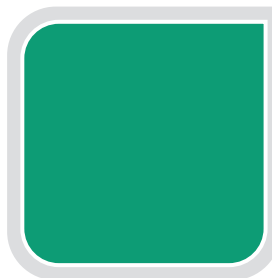
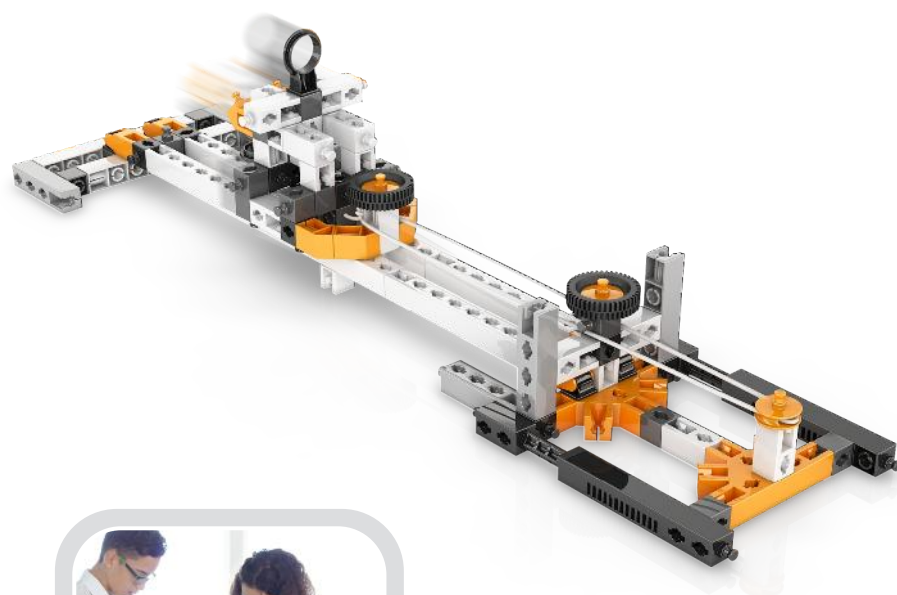
Продуктов код: STEM902

Engino

Открийте STEM

Целта на STEM образованието (от англ. Science, Technology, Engineering, Mathematics) е да предостави на учениците необходимите умения, знания и опит, за да се справят с технологичните предизвикателства на бъдещето. Съвременните педагогически теории предполагат, че изучаването на инженерни науки трябва да бъде включено във всички останали предмети, като се започне от началното ниво. Поредицата "Открийте STEM" предлага практическо решение за справяне с всички тези образователни проблеми, като подпомага учителя да приобщи учениците към STEM дисциплините по забавен, вълнуващ и интересен начин! Образователните пакети са идеални и като средство за домашно обучение! Поредицата обхваща широка област от предмети: механика и прости машини, конструкции, закони на Нютон, възобновяема енергия и дори програмируема роботика.

Бранг отличия



STEM Science • Technology • Engineering • Mathematics

Съдържание



Теория

- 03** Какво ще научим?
- 04** История на законите на Нютон
- 05** Сили и работа
- 06** Триене
- 07** Първи закон на Нютон
- 08** Втори закон на Нютон
- 09** Ускорение
- 10** Движение по окръжност
- 12** Трети закон на Нютон
- 13** Енергия: свойства и форми



Експерименти

- 15** Първи и Втори закон на Нютон
- 16** Космическа скорост
- 17** Триене
- 18** Инерционен момент



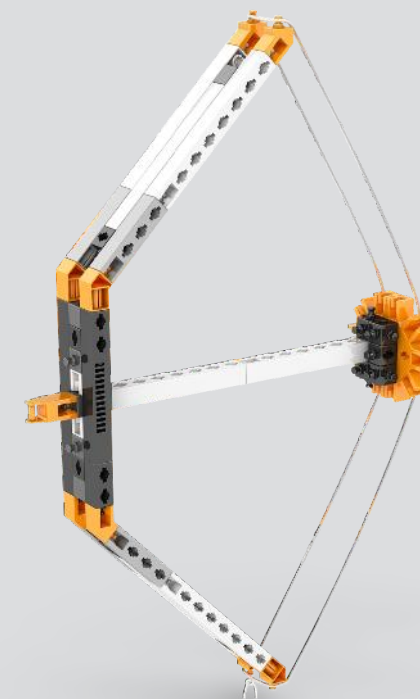
Викторина

- 19** Упражнения 1-3
- 20** Упражнения 4-5



Инструкции за построяване

- 21** Съвети
- 22** Платформа за краш тест
- 26** Космическа ракета
- 29** Заточващо колело
- 33** Платформа за изпитване на инерция



Посетете нашата онлайн библиотека, за да изтеглите още инструкции: www.engineo.com/instructions/stem902

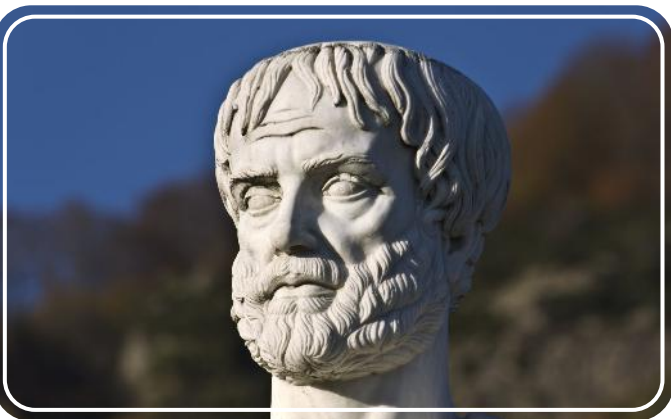
Теория

Какво ще научим?

Движещите се обекти се изучават от хилядолетия - от движението на махалото до движението на планетите. Дори и днес може да се запитате: Как се движат звездите, Луната и нашето Слънце в Космоса? Кои са факторите, които влияят върху скоростта на даден обект, и как можем да го накараме да се движи по-бързо или да спре? Какво е инерция и защо пътниците в автомобилите се изхвърлят от седалките си по време на катастрофа? Как може да се използва кинетичната енергия на вятъра и да се преобразува в други форми? Кои са формите на потенциалната енергия и как тя може да задвижва нашите машини? На тези въпроси може да се отговори, ако приложим трите закона за движението, изразени от

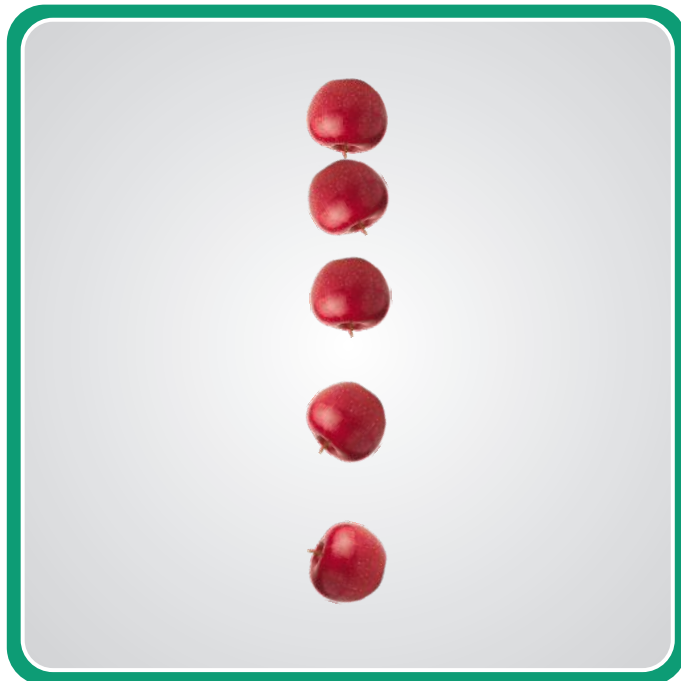
един от най-великите учени на всички времена: Сър Исаак Нютон.

Книжката "Открийте STEM: закони на физиката" съдържа изчерпателен теоретичен раздел с предизвикателства за построяване и интересни факти, така че да научите всичко за приложенията им в ежедневието. Открийте всички научни принципи, приложени чрез експериментиране, с инструкции стъпка по стъпка и провокиращи мисълта упражнения. Следвайте инструкциите за конструиране, за да построите вълнуващи модели, като например платорма за краш тестове, заточващо колело, космическа ракета и платформа за изпитване на инерцията. В допълнение, още модели са достъпни онлайн! Накрая направете контролния тест-викторина, за да проверите знанията си.



Аристотел (384 - 322 г. пр. н. е.)

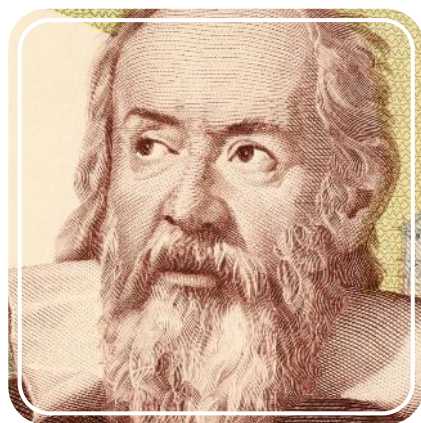
Разбирането за ускорението се дължи на работата на италианския физик Галилео Галилей (1564-1642 г.). В края на XVI и началото на XVII век Галилей за първи път наблюдава движението на обекти, които се търкалят по наклонена равнина. Той създава математически уравнения, които показват как скоростите на тези обекти се увеличават, докато се търкалят по равнината. Тези уравнения за първи път описват идеята за ускореното движение. По-късно Нютон обяснява наблюденията, направени от Галилей. Например при търкаляща се по равнина топка силата, която я задвижва, е силата на тежестта.



Ябълка ускорява движението си, докато пада към земята

История на Нютоновите закони

Въпросите за това как се движат предметите вълнуват философите и учените от началото на човешката история. Аристотел, древногръцки философ, смята, че всички предмети имат естествено място във Вселената: тежки предмети (като камъни) искат да са в покой на Земята, леките обекти (като дим) искат да са в покой в небето, а звездите искат да останат в небето. Той смята, че едно тяло е в естественото си състояние, когато е в покой, и че за да се движи едно тяло по права линия с постоянна скорост, е необходим външен фактор, който непрекъснато да го задвижва, защото в противен случай то ще спре да се движи.



Галилео Галилей (1564 - 1642)



Сър Исаак Нютон (1642 - 1727)

По време на следването си в Кеймбридж той е в разцвета на творческите си сили. Според известната история за пагналата ябълка (вероятно нереална) някъде през 1665 или 1666 г. на Нютон му хрумва, че същата сила, която управлява движението на Луната и планетите, трябва да управлява и пагането на ябълката. Той изчислил силата, необходима за задържане на Луната в нейната орбита, и я сравнил със силата, която придържа обект към земята. След три години интензивни изчисления Нютон подготвя 3 книги, наричай ги "Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica", известни още като "Principia".)



Знаете ли, че?

Няма съмнение, че Нютон е бил гениален, но това, което не е широко известно, е, че по-голямата част от откритията му са направени между 21-ия и 27-ия му рожден ден. И все пак той не казва на никого за откритията години наред. Интересувал се е от различни научни направления като математика, геометрия, физика, оптика, астрономия (гравитация) и алхимия. Той също така общо изразява своите възгледи за религията и философията.



Нютон се е интересувал от движението на планетите

Сър Исаак Нютон (1642-1727) е математик и физик, един от най-значимите учени на всички времена. Нютон е роден във фермерско семейство близо до Грантъм, Линкълншир. Когато е на 17 години, майка му настоява да напусне училище, за да управлява семейната ферма. За щастие, Нютон не бил добър фермер и не след дълго чичо му успява да убеди майка му да го остави да учи в Тринити Колидж, Кеймбридж.

След известно време е избран за член на Тринити Колидж през 1667 г. и за Лукасов професор по математика през 1669 г., където изнася лекции до 1696 г.



Луната се привлича от гравитационната сила на Земята

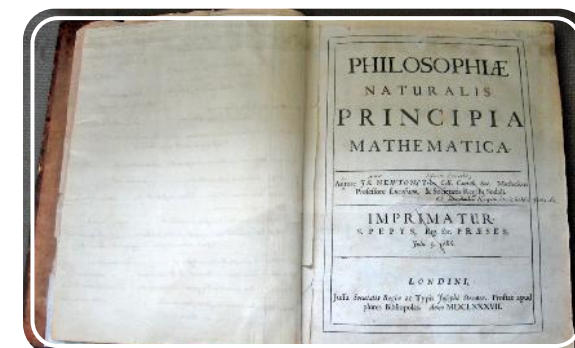
Трудът му е неизвестен в продължение на много години, до 1687 г., когато книгата „Principia“ е публикувана. Тя поставя основите на механиката (нещата, които се движат), обяснявайки "трите закона за движението „Principia“ се смята за един от най-важните трудове в историята на науката, изиграл значителна роля за развитието на физиката.

Закони на Нютон

Първи закон: Всеки обект остава в покой или продължава да се движи с постоянна скорост, освен ако не му въздейства външна сила.

Втори закон: Сумата от силите F , действащи върху даден обект, е равна на масата m на обекта, умножена по ускорението a на обекта ($F = m \cdot a$).

Трети закон: Всяко действие има равна и противоположна на него реакция.



Оригинален екземпляр на "Principia", включващ ръкописни бележки на Нютон

Сили и работа

Не можем да видим силите, но можем да разберем тяхното въздействие, когато са приложени. Когато издърпаме гумена лента, виждаме, че тя се разтяга. Можем да стиснем опаковка чрез силата, приложена от ръката ни. Като цяло, за да се промени формата на даден обект, временно или постоянно, трябва да се приложи сила върху него.

Силите също така карат обектите да променят движението си. За да накараме един обект да се движи, трябва да приложим сила. Същото важи и ако искаме да намалим скоростта на даден обект или да променим посоката му на движение.

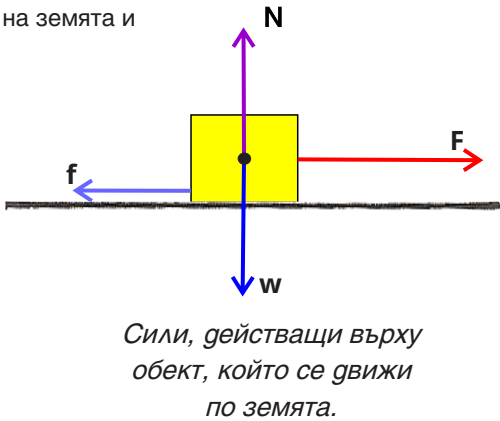
Елементи на силата
На диаграмата по-долу можете да видите основните елементи на силата. Тя е представена със стрелка, наречена на научен език "вектор".



Изчисление на силите

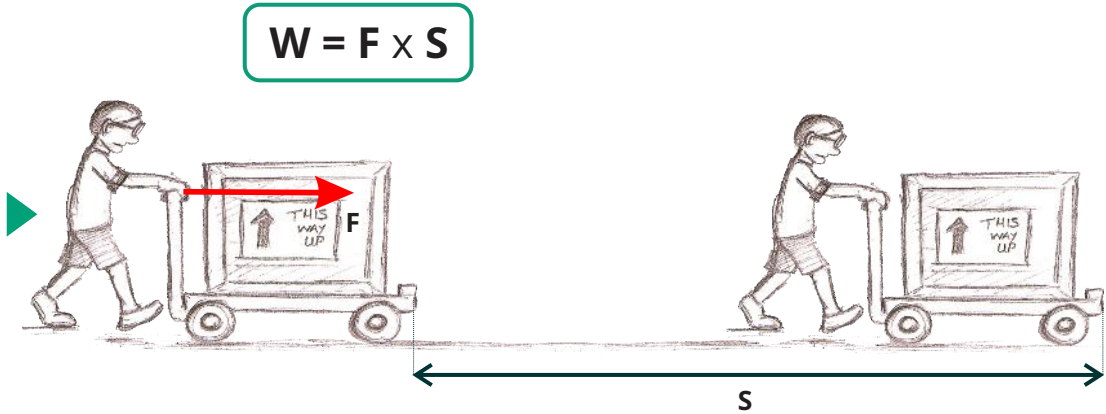
Изчисляването на силите в дадена система се извършва с помощта на опростени диаграми, които обикновено включват проста конструкция на обекта, където са посочени приложените сили, представени с вектори (стрелки). По практически съображения на диаграмата се показват само силите, които са необходими за изучаване на определено явление. Обикновен пример за изчисляване на сили е показан на гясната диаграма. Тук можем да видим силите, които се прилагат върху обект, който лежи на земята и се движи надясно под действието на сила (F).

N: нормална сила, приложена от земята към обекта (реакция на теглото).
w: теглото на обекта
F: приложената сила
f: триене между земята и обекта



Работа (W)

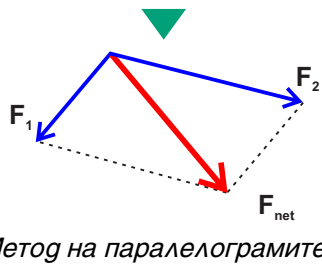
Работата е енергията, използвана за преместването на даден обект, и зависи от силата, приложена върху обекта, и разстоянието, на което обектът се премества. Работата (W) е равна на силата (F), умножена по разстоянието на движение (S).



Можем да наблюдаваме резултатите от действието на сила

Добавяне на сила

В диаграмата по-долу можете да видите как успяваме да добавим две (F1, F2) или повече сили, наречени компонентни сили и да се получи резултантната им сила F net , като използва на метода на паралелограмите.



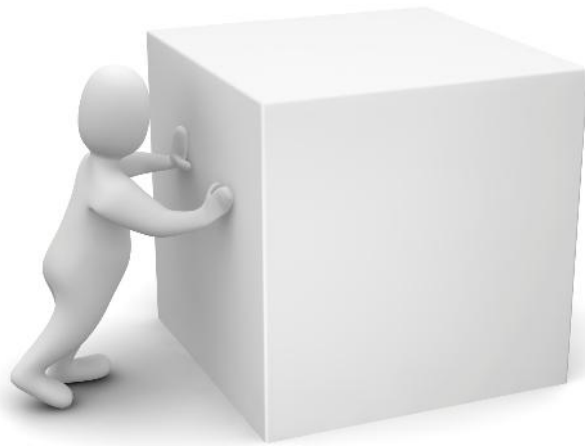
Триене

Едно от най-важните явления, които оказват влияние върху работата и цялостната ефективност на всички машини, е триенето. Триенето (f) е сила, която се противопоставя на движението и се създава, когато даден обект се движи (или някой се опитва да го премести). Съществуват два вида триене в зависимост от това дали свързаните обекти се движат или не.

Статично триене: появява се, когато два обекта са в контакт, без да се движат един спрямо друг, и се прилага усилие, за да бъдат преместени. Например, когато се опитваме да бутаме кутия, трябва да преодолеем статичното триене между кутията и пода, за да може кутията да се движи.



Сферични лагери



За да избутаме кутия, трябва да преодолеем статичното триене

Кинетичното триене се появява, когато два обекта в контакт се движат един спрямо друг. Например, когато влачите кутия по пода, можете да усетите, че има друга сила, която се противопоставя на усилията ви, идваща от земята. Тази сила се дължи на триенето и зависи от повърхностите на допиращите се материали. В повечето случаи триенето е загуба на енергия, която се превръща най-вече в топлина и звук. Специални предмети (като сферични лагери) намаляват този ефект. Триенето също така води до износване на повърхностите.



Знаете ли, че?

В повечето случаи триенето е желателно, тъй като то действа като по-положителен начин. Особено когато използваме спирачките на велосипеда си, успяваме да намалим скоростта с помощта на триенето! Когато натискам спирачките на автомобил, колелата спират да се въртят поради силата на триене, създадена между пътя и колелата. Ефектите от триенето се виждат по следите от гумите, които остават на пътя. Интересно е, че ако нямаше триене, не би могло да се постигне нормално движение на предметите, защото всичко би се плъзгало!



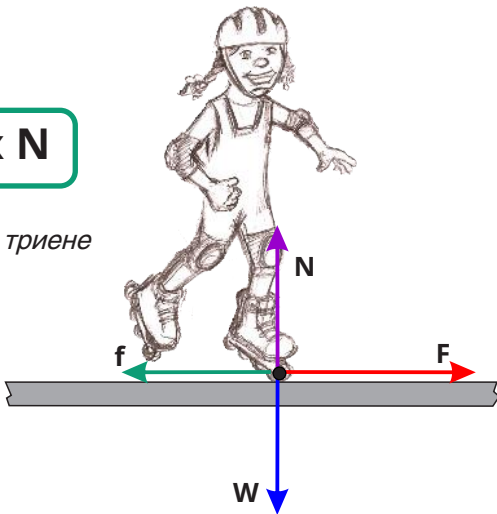
Следи от гуми, дължащи се на триене

Коефициент на триене

Различните материали и повърхности водят до различни сили на триене, дори ако се прилага едно и също усилие. Тази характеристика на свързаните повърхности се нарича коефициент на триене и се символизира с гръцката буква μ . Друг фактор, влияещ върху триенето, е теглото на обекта, който се опитваме да преместим! През 1687 г. Исак Нютон е казал, че "за всяко действие има равна и противоположна реакция", така че когато едно момиче например кара ролкови кънки по улицата, теглото му бута улицата, а улицата бута обратно гетето! Тази реакция на земята се обозначава с N. Триенето (f) е пропорционално на тези два фактора (μ и N). Така че по-тежък предмет води до по-голямо триене!

$f = \mu \times N$

Формула на триене



Първи закон на Нютон

Първият закон на Нютон гласи, че всеки обект остава в покой или продължава да се движи с постоянна скорост, освен ако не му въздейства външна сила. По-просто казано, за да се промени скоростта на даден обект, трябва да се приложи сила. Ако силата е в същата посока на движение, обектът ще се ускори. Ако тя е в противоположна посока, обектът ще се забави. Ако силата е приложена под ъгъл, обектът ще се завърти! Първият закон на Нютон се нарича още Закон за инерцията (обяснен по-долу) и е по-наблюдаем при обекти с голяма маса (напр. голям кораб).



Ако спрем да въртим педалите, велосипедът накрая ще спре!

Инерция

Способността на велосипеда да продължава да се движи дори след като спрем да въртим педалите, се нарича инерция. Тя се определя като свойството на обектите да се съпротивляват на всяка промяна в движението си. Ако обектът се движи, той ще "иска" да продължи да се движи, ако е в покой, той ще "иска" да остане в покой. Това "нежелание" на обектите да се движат се нарича инерция.

Какво би станало, ако вместо велосипед имаме кола или дори камион! Последният би бил по-труден за пускане в движение или спиране. Инерцията зависи от масата на обекта - колкото по-голяма е масата, толкова по-голяма е инерцията. Това е, което усещате, когато сте в автомобил и шофьорът натисне спирачките, или което ви притиска назад към седалката на самолета, когато той излита! Затова винаги трябва да поставяте предпазния си колан, когато сте в кола или самолет, за да избегнете риска от нараняване.



Гумен автомобил: когато шофьорът се опитва да промени скоростта на автомобила твърде бързо, инерцията кара колелата да се завъртят.

Наблюдавайте явлениято инерция, като използвате драгстер модела.



Модел на Engino® "Автомобил с гумена лента"



Големият кораб има голяма инерция

Понякога наблюдаваме обратния ефект, например ако сме на велосипед и наберем известна скорост, щом спрем да въртим педалите (т.е. спрем да действаме със сила), съвсем скоро велосипедът ще спре сам. Това се дължи на триенето. Може да не виждате триенето или да не го осъзнавате, но то винаги присъства и ако не уравнилим триенето с противоположна сила, обектът неизбежно ще спре. Всъщност велосипедът спира, вместо да продължи да се движи, защото е в сила първият закон на Нютон! Съпротивлението на въздуха и триенето между въртящите се части действат противоположно на посоката на движение и забавят велосипеда.



Знаете ли, че?

Най-бързото животно на планетата е гепардът, който може да развие скорост до 120 километра в час (км/ч)! Това означава, че ако гепардите могат да тичат по един и същи начин в продължение на цял час, те ще изминат разстояние от 120 км! Разбира се, гепардите се уморяват много бързо и могат да бягат с такава скорост само една минута. Ако в рамките на тази минута не успеят да уловят плячката си, те спират и изчакват дълго време, за да възстановят силите си и да направят нов спринт.



Гепардът е най-бързото животно на планетата

Втори закон на Нютон

Вторият закон на Нютон гласи, че сумата от силите (F), действащи върху даден обект, е равна на масата m на обекта, умножена по ускорението на обекта ($F = m \times a$).

Този закон доразвива първия, като въвежда едно основно понятие - маса. Нютон използва думата "маса", за да каже "количество на материята" или "колко има от нещо". Днес ние определяме масата по-точно като величина на инерцията на дадено тяло.

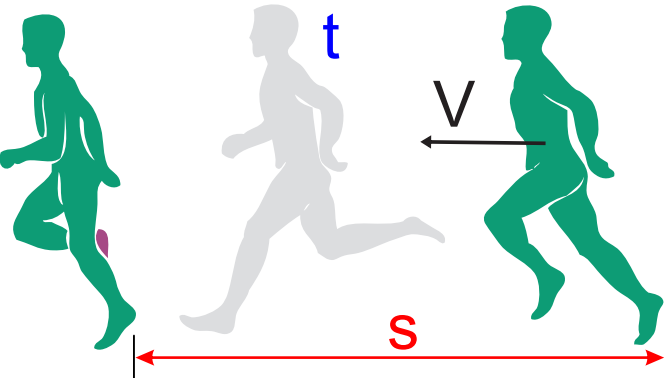


Автомобилът е с голяма маса, затова се нуждае от голяма сила, за да се движи

Скорост

Вече разгледахме понятията сила и маса. Но какво да кажем за ускорението? За целта първо трябва да разберем движението на скоростта.

Скоростта е промяната на разстоянието с течение на времето и се обозначава с началната буква (v). Казано на прост език, ако сте в състояние да изминете по-голямо разстояние за по-малко време, тогава имате по-висока скорост. Често пъти ускорението се нарича скорост. В действителност скоростта е просто нейната величина. Подобно на силата, скоростта е вектор и също има начална точка, посока и смисъл.



Спортистът изминава разстояние S за време t

$$F = m \times a$$

F = сила
m = маса
a = ускорение

Формула на втория закон на Нютон

От формулата е видно, че силата, масата и ускорението са взаимно свързани! Всъщност силата е право пропорционална на масата и ускорението. Следователно можем да изразим връзката по два начина:

(а) за една и съща маса, колкото по-голяма е силата, толкова

по-голямо е ускорението, и (б) за постигане на едно и също ускорение колкото по-голяма е масата, толкова по-голяма сила е необходима.

На лявата снимка виждате човек, който бута кола. Тъй като колата има голяма маса, мъжът трябва да приложи голяма сила, за да постигне движение и ускорение.



Скоростта е промяната на разстоянието с течение на времето.

$$v = \frac{s}{t}$$

Формула за изчисляване на скоростта

За да изчислим скоростта на атлета (както се вижда на снимката), трябва само да измерим разстоянието, което е изминал, и времето, за което го е направил! След това, като разделим разстоянието (s) на времето (t), ще получим скоростта. Всъщност това е средната скорост, тъй като спортистът може да е променил интензивността на бягането си. моментната скорост се измерва чрез гмуркане на кратко разстояние, което се изминава за дадено време. Скоростта има единици за метър в секунда (m/s).

Ускорение

Ускорението (a) е промяната на скоростта на даден обект от бавна към бърза или от бърза към бавна. Тъй като скоростта е векторна величина, ускорението също е векторна величина и има единици метър за секунда на квадрат (m/s²). Един метър в секунда на квадрат се определя като ускорението, което може да увеличи скоростта на даден обект с 1 метър в секунда всяка секунда. Формулата за ускорението е показана вдясно.

$$a = \frac{v}{t}$$

a = ускорение
v = скорост
t = време

Формула за изчисляване на ускорението

Една по-точна формула би посочила скоростта като Δv , което означава разлика в скоростта (крайната скорост минус началната скорост), а времето като Δt , което означава разлика във времето.

Като пример можем да посочим случая на момче, което се учи да кара колело заедно с баща си. Първоначално скоростта на велосипеда е нула, тъй като момчето не прилага никаква сила. Баща му го бутва, за да увеличи скоростта на велосипеда. След 10 секунди момчето достига постоянна скорост от 7 m/s, което означава, че всяка секунда то ще изминава по 7 метра. Така че момчето се е ускорило с 0,7 m/s² ($a=7/10$)!



Момчето ускорява, тъй като то набира скорост (поради въртенето на педалите).

Ако момчето не знае как да върти педалите и бащата престане да бутва, велосипедът постепенно ще спре. Това се нарича забавяне и всъщност е отрицателно ускорение! И за ускорението, и за забавянето са необходими, за да се приложи сила. Без действието на сила и съгласно първия закон на Нютон обектите просто биха продължили да се движат със същата скорост. Силата, която забавя велосипеда, е триенето.

Можем да наблюдаваме ефекта от забавянето в примера от картинката по-долу: велосипедистът натиска спирачките толкова бързо, че задната част на велосипеда се повдига! Според първия закон велосипедът не желае да извърши такава рязка промяна на движението, затова продължава да се движи напред.



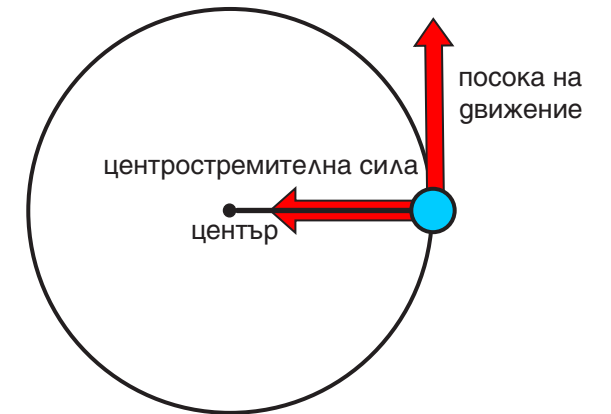
Моторист, който намалява скоростта твърде бързо

Движение по окръжност

Досега изучавахме само линейното движение. Съществува и друг вид движение, по окръжност, което се определя като въртене около точка по кръгов път или кръгова орбита. То може да бъде равномерно, т.е. с постоянна ъглова скорост на въртене, или неравномерно, т.е. с променяща се скорост на въртене. Какъвто и да е обектът, ако той се движи по кръгова траектория, върху него действа някаква сила, която го кара да се отклони от праволинейния си път, да се ускори навътре и да се движи по кръгова траектория. Вторият закон на Нютон въвежда трите основни понятия: сила, маса и ускорение, които описват движението на обектите. За движението по окръжност ще въведем еквивалентни понятия, които се използват специално за такива случаи.

Центростремителна сила

Всеки обект, който се движи в кръг, изпитва центростремителна сила. Тази сила избухва или придърпва обекта към центъра на окръжността - точката, около която се върти. Всъщност не въвеждаме нов вид сила, а по-скоро описваме посоката на нетната сила, действаща върху обект, който се движи по кръгова траектория. Когато например непрекъснато гърпаме връвчицата, която движи топката по окръжността, ние прилагаме центростремителна сила към центъра.



Въртяща се топка с прикрепена към нея връвчица.

Още примери за движение по окръжност включват изкуствен спътник, който обикаля около Земята в геосинхронна орбита, камък, който е завързан за въже и се размахва в кръг (напр. при хвърляне на чук), състезателен автомобил, който се завърта през завой на състезателна писта, зъбна предавка, която се върти в механизъм, винилов диск, докато се възпроизвежда от пикап, и електрон, който се движи перпендикулярно на равномерно магнитно поле.



Зъбни колела, въртящи се в двигателя



Спътник, обикалящ около Земята



Управление на състезателен автомобил на писта

Центробежна сила

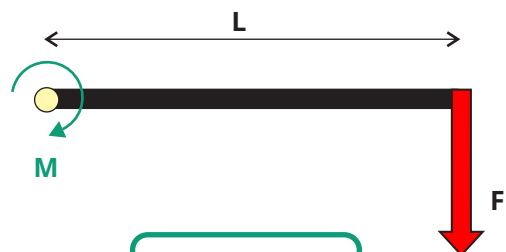
Друга сила, която е важна за движението по окръжност, е **центробежната сила**, която действа в посока, противоположна на центростремителната сила, и извършва обратното действие: тя кара тялото да се отдалечава от центъра на окръжността. Обозначава се като "псевдосила", тъй като е само артефакт на инерцията. Знаем, че скоростта непрекъснато променя посоката си при движение по окръжност, така че инерцията винаги е активна и се противопоставя на тази промяна на посоката.



Центробежната сила удължава рамената на въртележката, след като тя започне да се върти

Момент

Когато приложима сила върху греда (или рамо), получаваме въртящ ефект, който се нарича момент (M). Този въртящ ефект е резултат от приложената сила (F) и разстоянието (L) от точката на въртене и се измерва в нютон-метри (Nm). По-лесно е да се завърти обект, когато прилагаме силата далеч от центъра на въртене. Това е основната концепция за това как лостовите ни помагат при вдигането на големи тежести. И така, моментът е генератор на въртене по същия начин, както силата е генератор на движение в линейните случаи. По тази причина моментът може да се разглежда като аналог на силата.



$$M = F \times L$$

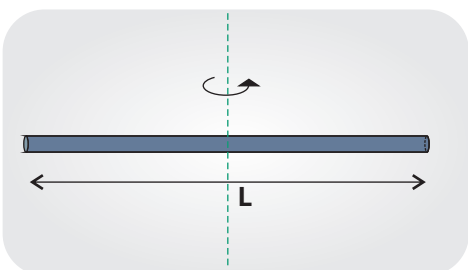
Формула за момент (M)

"Момент" и "въртящ момент" са синоними, описват едни и същи неща и са основни понятия във физиката и инженерството. Въпреки че и двата термина изразяват един и същ ротационен ефект, инженерите ги използват в зависимост от конкретното приложение. Например "въртящ момент" обикновено се използва за описване на ротационна сила като въртящ се винтоверт, докато "момент" често се използва за описване на сила на огъване на прът.

Инерционен момент

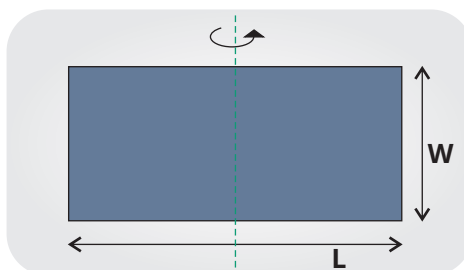
При прилагане на втория закон на Нютон за движението ($F=ma$), ускорението или силата на движещото се тяло зависят само от неговата маса. Голямото различие при ротационното движение е, че трябва да вземем предвид и геометрията на тялото! Комбинацията от маса, геометрия и разпределение на масата се нарича инерционен момент (I) и е различна за различните обекти. Например, фигурист на лед се върти все по-бързо, когато приближава ръцете си към тялото, като по този начин променя геометрията на тялото си! Изненадващ факт е, че инерционният момент за две сфери с еднаква маса и размери е различен, ако едната има кухина вътре (подобна на черупка), докато другата е изцяло запълнена!

Както можете да си представите, за всеки геометричен обект, т.е. сфера, цилиндър, пирамида, конус, плоча, прът и т.н., има специална формула за изчисляване на инерционния момент. Понякога формулите са доста трудни за изчисляване, особено за обекти със сложна структура или неравномерно разпределение на масата. Поради тази трудност в реалния живот се използват приближения, за да се изчисли инерционният момент на дадено тяло. И така, моментът на инерция може да се разглежда като аналог на масата при движение по окръжност, тъй като това е факторът, който определя колко бързо или бавно един обект може да се върти около оста си. Вижте по-долу как се изчислява моментът на инерция за обекти с различна геометрия.



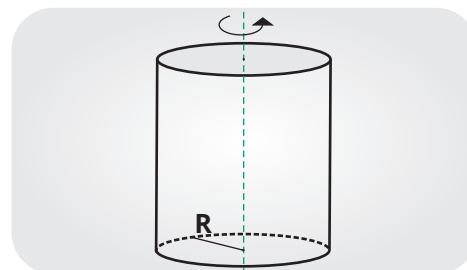
$$I = \frac{1}{12} m \times L^2$$

Тънка пръчка



$$I = \frac{1}{12} m (L^2 + W^2)$$

Тънка плоча



$$I = \frac{1}{2} m \times R^2$$

Масивен цилиндър



Фигуристът на лед се върти по-бързо, когато постави ръцете по-близо до тялото си!

Трети закон на Нютон

Силите, които възникват при взаимодействието на два или повече обекта, се наричат сили на действието и на реакцията и са предмет на Третия закон на Нютон за движението. Казано по-просто, Третият закон на Нютон гласи, че всяко действие има равна и противоположна на него реакция. Това твърдение означава, че при всяко взаимодействие има двойка сили, които действат върху двата взаимодействащи си обекта. Големината на силата върху първия обект е равна на големината на силата върху втория обект.



Масата избутва назад купчината книги



Момчето бутна стената, а стената отблъсква момчето

Всички предмети на Земята са привлечени наголу от силата на гравитацията. И така, какво кара една купчина книги да остане на маса, която е по-висока от земната повърхност? Защо книгите просто не паднат? Това се обяснява с първия закон: тяло в покой означава, че върху него не действа сила. Тъй като гравитацията все още действа, трябва да има друга сила, която да я неутрализира. Това Нютон нарича "реакция" и тя е равна и противоположна на гравитационното привличане на книгите! С прости думи, книгите остават върху масата, защото масата действа със сила на реакция върху книгите!



Знаете ли, че?

Законът за действието и реакцията е това, което е довело Нютон до откриването на закона за запазване на импулса! Пример за това е откатът на рикошет, когато куршумът се откъсне от него! Газовете от праха изтласкват куршума от цевта с много висока скорост, тъй като той има много малка маса. Импулсът на куршума е равен и противоположен на импулса на куршума, но тъй като куршумът има по-голяма маса, той се отблъсква с много по-малка скорост!



Когато куршумът се изстреля, рикошетът се отдръпва

Изследване на Космоса

Изследването на Космоса е възможно благодарение на Третия закон на Нютон! Скоростта, необходима за избягване на гравитационното привличане на Земята, е около 40000 км/ч! Всеки небесен обект, като Луната, планетите и звездите, притежава така наречената "скорост на бягство", която зависи единствено от тяхната маса и размери. Ракетите използват точно гориво, което може да освободи изключително висока енергия от газове, които изтласкват Земята с огромна сила. Съгласно Третия закон, земята изтласква ракетата назад със също толкова голяма сила, което води до придвижване на ракетата нагоре с много висока скорост.



Изстрелване на космическа сова

Енергия: свойства и форми

В началото на тази книжка научихме, че за да се премести даден обект, трябва да се приложи сила. Когато върху даден обект се извършва действие, той придобива енергия! Енергията се среща в много форми: можем да я видим или усетим в природата, например във ветровете, вълните и слънчевата светлина, или можем да я произведем по химичен път, например с помощта на горива и батерии.



Топката няма кинетична енергия, докато не бъде ударена. Енергията е физическа величина с три основни свойства:

- 1) Енергията се запазва във времето и не може да бъде създадена наново или унищожена.
- 2) Енергията може да бъде съхранявана и пренасяна от един обект на друг чрез взаимодействието на силите между обектите.
- 3) Енергията има различни форми (кинетична, потенциална, звукова, топлинна и т.н.) и може да се преобразува от една форма в друга.

Кинетична енергия

Една от най-разпространените форми на енергия е кинетичната енергия, която представлява енергията на всеки обект в движение. Думата "кинетична" идва от гръцката дума "κίνησις" (kinisis), която означава "движение". От анализа на законите на Нютон вече разбираме, че голямата маса ще има по-голяма инерция, а обектите с бързо ускорение ще имат по-голяма скорост. Следователно би следвало да се очаква, че колкото по-голяма е масата на движещ се обект и колкото по-голяма е скоростта му, толкова повече енергия ще има той. Уравнението за изчисляване на кинетичната енергия (КЕ) е показано по-долу.

$$KE = \frac{1}{2} m \times v^2$$

КЕ = Кинетична енергия
m = маса на обекта
v = скорост на обекта

Формула за изчисляване на кинетичната енергия

13

Основен принцип във физиката е законът за запазване на енергията. Той гласи, че в една изолирана система общото количество енергия остава постоянно във времето. Енергията може да се преобразува само от една форма в друга. Когато приемаме храна, тялото ни преобразува химическата енергия в механична или топлинна. Вятърните турбини използват енергията на вятъра и я превръщат в кинетична енергия на лопатките, която след това се преобразува в електрическа енергия. Слънчевите панели преобразуват слънчевата енергия в електрическа. Атомните електроцентрали преобразуват ядрената енергия в електрическа.

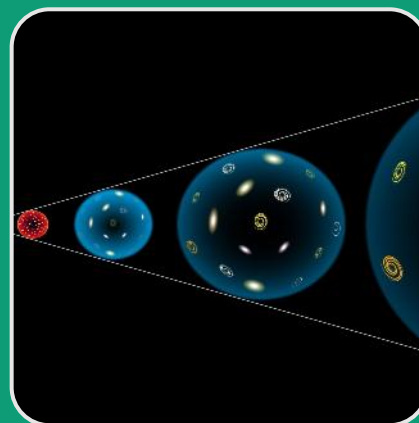


Храната съдържа химическа енергия



Знаете ли, че?

Най-мистериозната форма на енергия се нарича "тъмна енергия" и е причина за ускореното разширяване на нашата Вселена! Тя е открита през 1999 г., когато астрономите наблюдават свръхнови в далечни галактики. В миналото се е смятало, че след Големия взрив нашата Вселена би трябвало да се разширява със забавяне, но е установено, че тя се разширява с ускорение! Терминът "тъмна" се използва поради пълното ни непознаване на нейната природа и характеристики.



Галактиките се раздалечават с ускорение

Потенциална енергия

Обект, който не се движи, може все пак да има потенциал да направи нещо! Тази "складирана" енергия е известна като потенциална енергия (РЕ). Съществуват различни форми на потенциална енергия, като най-очевидната е тази, причинена от гравитационното привличане на Земята. Ако вдигнете предмети, напр. книги, и ги пуснете, те ще паднат на земята! Следното уравнение показва как да се изчисли потенциалната енергия на обекти на определена височина.

$$PE_g = m \times g \times h$$

PE_g = Гравитационна потенциална енергия
m = маса на обекта
g = гравитационно ускорение
h = височина на обекта

Формула за изчисление на потенциалната енергия



Енергията на вятъра се трансформира в кинетична



Превръщане на слънчевата енергия в електрическа



Превръщане на атомната енергия в електрическа

$$PE_e = \frac{1}{2} k \times x^2$$

PE_e = Еластична потенциална енергия
k = константа на пружината
x = промяна на естествения размер

Формула за изчисление на еластичната енергия



Модел "Лък и стрела" на Engino®



Лък и стрела: лъкът използва еластичната енергия на тетивата, за да изстреля стрелата.

Играйте с модела на лък и стрела и изпитайте трансформацията на енергията в действие: от еластична към кинетична! Но внимавайте да не разтягате гумената лента прекалено много, тъй като има риск от нараняване!



Инструкциите могат да бъдат намерени онлайн

14

Научете за: **Законите на Нютон**

Първи и Втори закон на Нютон
Гениалният английски математик и физик сър Исаак Нютон (1642 -1727 г.) е първият, който напълно разбира как всъщност се движат обектите, като формулира трите си известни закона за движението. Заради това и много други открития той е признат за един от най-влиятелните учени на всички времена.

Открийте:

- Как една сила предизвиква движение?
- Какво гласят Първият и Вторият закон на Нютон?
- Какво е инерция?

Ниво на трудност ★★★★★

Необходими материали:
- Закони на Нютон (STEM902) или комплект (STEM50).

Процедура:
1. Вижте инструкциите на страници 21-23 и постройте модела на платформата за краш тестове.
2. Поставете модела на равна повърхност и се уверете, че връвта е правилно свързана към автомобила. За провеждането на този експеримент е важно да завържете гумената лента на дължина 30 cm, когато не е опъната.
3. За тест 1 стартирайте автомобила, като го издърпате от ринга до края на съоръжението и го пуснете. Наблюдавайте скоростта, която развива, и изминатото разстояние. Добавете 2 колела на автомобила (в горната част на малката гума) и отново наблюдавайте резултатите. Запишете наблюденията си в упражнение 1 и отговорете на въпрос 2.

4. За тест 2 ще симулирате краш тест! Внимавайте да не се окажете пред водача, тъй като съществува риск от нараняване! Също така не разтягайте прекалено гумената лента.

5. Отстранете двете големи колела и поставете пътника вътре в автомобила. Изстреляйте автомобила от позиция а (вижте снимката вдясно) и наблюдавайте разстоянието, на което водачът е скочил от автомобила. Променете позицията, в която пружината е прикрепена към основата (позиция b) и повторете теста. Направете същото и за позиция c. Попълнете таблицата в упражнение 3 и след това отговорете на въпрос 4.



Симулирайте краш тест и наблюдавайте как пътникът скача от автомобила!

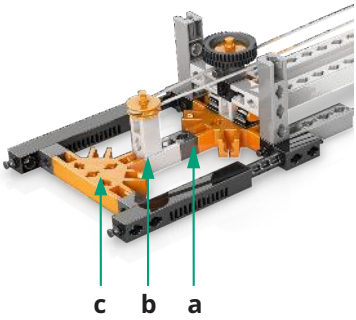
1. Попълнете празните полета, като използвате подходящите гуми: **по-бавно, по-бързо, по-кратко, по-дълго** според вашите наблюдения.
Когато автомобилът е по-лек, получената скорост е и тя изминава разстояние. Когато масата се увеличава, нейната скоростта е и изминава разстояние.

2. Прочетете Втория закон на Нютон и обяснете резултатите си. Имайте предвид, че силата (напрежението на лентата) е постоянна и в двата случая.

Втори закон на Нютон: Сумата от силите F, действащи върху един обект, е равна на масата m на обекта, умножена по ускорението a на обекта.
$$F = m \cdot a$$

3. Попълнете таблицата в съответствие с вашите измервания от тест 2. Използвайте гумите "близо", "по-близо" или "далеч", за да опишете разстоянието.

Случай	Разстояние за катапултиране на водача
Позиция а	
Позиция b	
Позиция c	



Закрепете нишката в 3 различни позиции

4. Каква е причината, която кара шофьора да скочи от колата?Кой закон може да се използва, за да се опише този ефект?

Научете за: **Законите на Нютон**

Скорост на бягство
Първият обект, създаден от човека, който постига скорост на бягство от Земята, е космическият кораб "Луна 1", изпратен в Космоса през 1959 г. Скоростта на бягство е минималната кинетична енергия, която обектът трябва да получи, за да надмине потенциалната енергия от гравитационното привличане. Експериментирайте със собствена ракета Engino®!

Необходими материали:
- Законите на Нютон на Engino® (STEM902) или основен комплект (STEM50).

Процедура:
1. Вижте инструкциите на страници 24-25 и постройте модела на космическа ракета. Прекарайте гумената лента два пъти през ринговете и под задействащия компонент. Завържете я здраво за един от ринговете. Бъдете внимателни, тъй като лентата или моделът могат да се скъсат при много голямо напрежение.
2. От съображения за безопасност се уверете, че никой не стои над пусковата установка, тъй като елементът за изстрелване може да причини нараняване.
3. За тест 1 генерирайте 3 изстрела, като застопорите спусъка в 3 различни позиции, както е показано в таблицата на упражнение 1. За да генерирате изстрелване, свалете ракетата и използвайте системата за макара-ос в подходящия отвор, за да заключите спусъка. Освободете го с бързо движение и наблюдавайте височината на ракетата. Попълнете таблицата от упражнение 1 с вашите наблюдения, като използвате гумите "ниско", "високо" и "високо в небето". Също така отговорете на въпрос 2.

4. За тест 2 използвайте позиция 3 и я запазете постоянна за вашите изстрелвания. Ще промените дължината на рамената на пусковата установка. За случай а добавете малка пръчка към двете рамена и извършете изстрелване. Наблюдавайте височината на вашата ракета. Добавете среден прът за случай b и изстреляйте ракетата отново, за да наблюдавате нейната височина. Корекциите могат да се видят на снимките вдясно. Попълнете таблицата на упражнение 3, като използвате гумите "високо" и "високо в небето".

5. Отговорете на въпрос 4, като не забравяйте за напрежението на гумената лента и при двата теста.

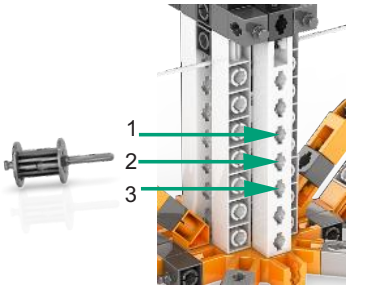
Открийте:

- Как можем да превърнем еластичната енергия в кинетична?
- Какво представлява скоростта на бягство?

Ниво на трудност ★★★★★

1. Попълнете таблицата според наблюденията си от тест 1, като използвате гумите "ниско", "високо" и "високо в небето".

Позиция на спусъка	Височина на ракетата
1	
2	
3	



Използвайте инструмента за осите на макарата, за да застопорите спусъка в 3 различни позиции

2. Каква е формулата за изчисляване на енергията на една пружина?Кой коефициент (от формулата) се променя, когато я разтегнете?

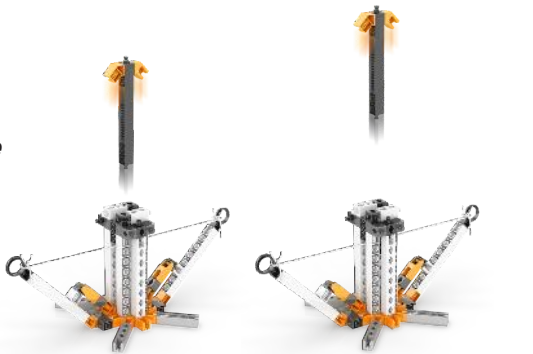
3. Complete the table according to your observations of test 2 using the words **high** and **sky-high**.

Случай	Допълнителни части	Височина на ракетата
a		
b		



4. Попълнете таблицата според наблюденията си от тест 2, като използвате гумите "високо" и " в небето".

Изстреляйте ракетата и наблюдавайте колко високо може да достигне!



Триене
В много случаи триенето е желателно, тъй като има положителен ефект. Когато използваме спирачките на велосипеда си, успяваме да намалим скоростта с помощта на триенето! Ако нямаше триене, не би могло да се постигне нормално движение на обектите, тъй като всичко би се плъзгало! Открийте кои параметри влияят на триенето.

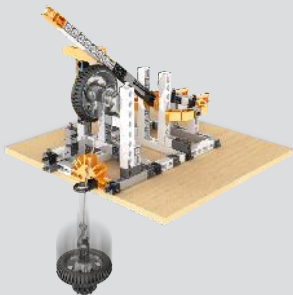
Открийте:

- Как се променя триенето между различни повърхности и различни тежести.
- Какво е равна и противоположна сила?
- Как линейното движение се превръща в движение по окръжност?

Ниво на трудност ★★★★★

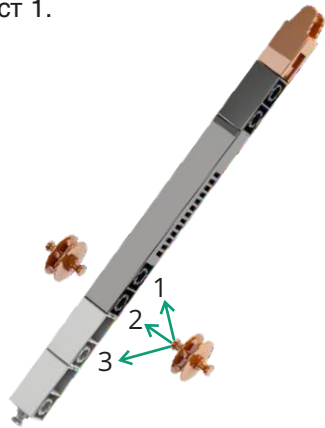
Необходими материали:
- Engino® Закони по физика (STEM902)
или основен комплект (STEM50);
- Хронометър.

- Процедура:**
1. Вижте инструкциите на страници 26-29 и постройте модела на заточващото колело. Поставете модела отстрани (на бюро или маса).
 2. По време на този експеримент е важно височината, на която ще бъде пусната тежестта, да бъде постоянна. Също така се уверете, че копието е здраво допряно до колелото и контактната повърхност е винаги една и съща.
 3. За тест 1 поставете копието върху колелото и оставете тежестта да падне. Използвайте хронометър, за да измерите времето, за което то трябва да падне на земята. Преместете копието в позиции 2 и 3 (вижте снимката до таблицата) и измерете времето за падане, както преди. Попълнете таблицата от упражнение 1 и отговорете на въпроси 2 и 3.
 4. За тест 2 отстранете гумата около въртящото се колело и поставете копието в позиция.
 5. Поставете копието на върха на колелото и оставете тежестта да падне. Измерете отново времето за падане и отговорете на въпрос 4.



Използвайте заточващото колело, за да научите повече за триенето

1. Попълнете таблицата в съответствие с измерванията от тест 1.



Позиция на копието	Време на падане (s)
Позиция 1	
Позиция 2	
Позиция 3	

2. В коя позиция измерихте най-краткото време за падане?
.....

3. Когато копието се преместваше в различни позиции, тежестта, която натискаше колелото, всъщност се увеличаваше. Как се отразява това на триенето?
.....

4. Кои са двата материала, които сте използвали за тестване на измислените сили? Кой материал има по-малък коефициент на триене (μ)?
.....
.....

5. Попълнете абзаца с правилните думи от полето:

линейно, кръгово, потенциално, кинетично, сила на реакция, сила на триене, коефициент на триене

Гравитационната..... енергия на Земята привлича тежестта към нея, принуждавайки я да се движи, като в същото време придобива енергия. Развиващата се нишка кара колелото да извършва движение. Копието избутва колелото и в резултат на това се получава се прилага от колелото към копието. Материали с висока водят до високи

Инерционен момент
Кънкьорите могат да се въртят по-бързо или по-бавно, като изпъват или прибират ръцете си. Това се дължи на инерционния момент, който определя ускорението, което може да получи даден обект. Научете как скоростта на въртене около ос е свързана с физическия размер на обекта!

Открийте:

- Как влияе инерционният момент върху движението по окръжност?
- Какво представлява центробежната сила?

Ниво на трудност ★★★★★

Необходими материали:
- Закони на Нютон (STEM902) или основен комплект (STEM50);
- Хронометър.

- Процедура:**
1. Вижте инструкциите на страници 30-32 и постройте модела на платформата за тестване на инерцията. Поставете модела отстрани (на бюро или маса).
 2. За тест 1 ще сравнявате скоростта на въртене на модела, когато рамената са прибрани към тялото (случай а) и след това са изпънати (случай б). За тази цел два параметъра трябва да са постоянни: тегло (две колела) и височина (точка на падане). Навийте тежестта, оставете я да падне и използвайте хронометър, за да измерите времето на падане. Направете 3 измервания за случай а, за да получите средното време, и попълнете таблицата от упражнение 1
 3. Отделете и оставете рамената да се освободят от тялото на фигурата (случай б). Измерете отново времето за падане и попълнете таблицата. След това отговорете на въпроси 2 и 3.
 4. За тест 2 ще трябва да измерите времето за въртене веднага след като тежестта падне на пода. Повторете процеса, както при тест 1, със затворени (случай с) и свободни ръце (случай d), и измерете колко време фигурата ще продължи да се върти. Попълнете таблицата към въпрос 4.
 5. Отговорете на въпроси 5 и 6.



Научете как инерционният момент определя скоростта на въртене около ос.

1. Попълнете таблицата в съответствие с вашите измервания от тест 1.

Случай	Рамена	Време на падане (s)	Средна стойност (s)
a	Прибрани		
b	Свободни		

2. Какво се случва с рамената в случай б, когато фигурата започне да се върти? Коя сила причинява това?
.....
.....
3. Различава ли се времето за падане? Можете ли да обясните защо, след като потенциалната енергия на тежестта е винаги една и съща?
.....
.....

4. Попълнете таблицата в съответствие с вашите измервания за тест 2.

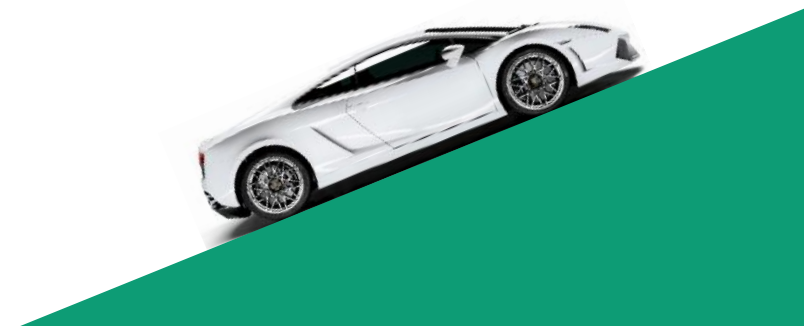
Случай	Рамене	Време на въртене (s)
c	Прибрани	
d	Свободни	

5. В какъв случай фигурата ви продължава да се върти за по-дълго време? Можете ли да обясните тази разлика? Имайте предвид, че инерционният момент е аналог на масата при кръгово движение.
.....
.....
6. Каква е причината фигурата да спре накрая?
.....
.....

Викторина

Упражнение 1

Можете ли да нарисувате и обозначите всички сили, действащи върху автомобила, който се движи нагоре по склона? Считайте съпротивлението на въздуха за пренебрежимо малко (брой точки: : 4).



Напишете силите тук:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Упражнение 2

Обяснете според законите на Нютон защо предпазните колани и въздушните възглавници са от съществено значение за избягване на фатални наранявания при автомобилни катастрофи (брой точки: : 3).

.....

.....

.....

.....

.....



Упражнение 3

Моделите Engino® използват различни части за постигане на въртене. На трите снимки по-долу са изобразени различни конструкции, които вече сте използвали в този пакет. Коя формула е най-подходяща за приблизително пресмятане на инерционния момент за тези 3 обекта? Напишете отговора си на предвиденото място по-долу. (точки: 3).



.....

.....

.....

Упражнение 4

На снимките по-долу можете да видите различни форми на енергия. Изберете правилната от квадратчето, основната форма на енергия, изобразена на всяка от картинките, и я напишете на предвиденото място (брой точки: : 4).

кинетична, химична, еластична,
гравитационна, топлинна, магнитна



..... енергия



..... енергия



..... енергия



..... енергия



..... енергия



..... енергия

Упражнение 5

а) Напишете формулата на Втория закон на Нютон. (брой точки: : 2)

.....

.....

б) Едно оръдие изстрелва желязна топка с тегло 15 kg и със сила 3000 N. Какво е ускорението на топката непосредствено след излизането от цевта на оръдието? (брой точки: 4)

.....

.....

.....

.....



Посетете нашите онлайн библиотека, за да намерите решенията на всички гейности: www.engino.com/solutions/stem902

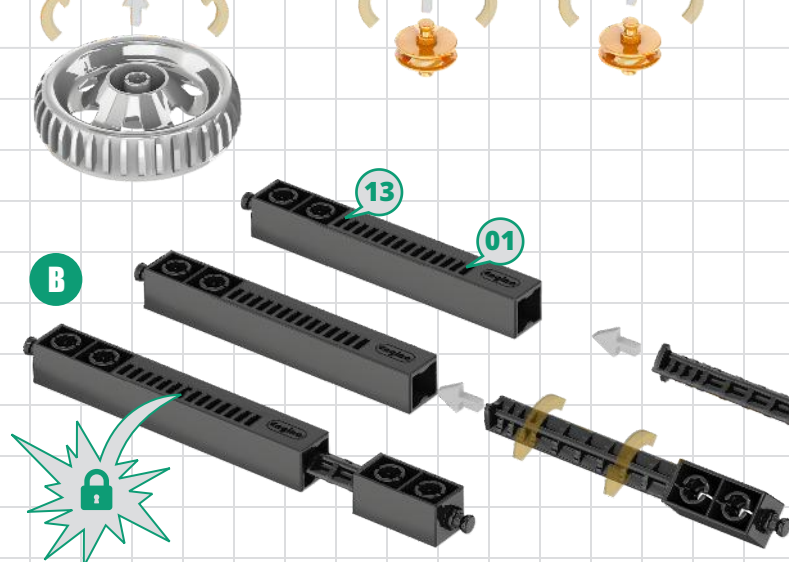
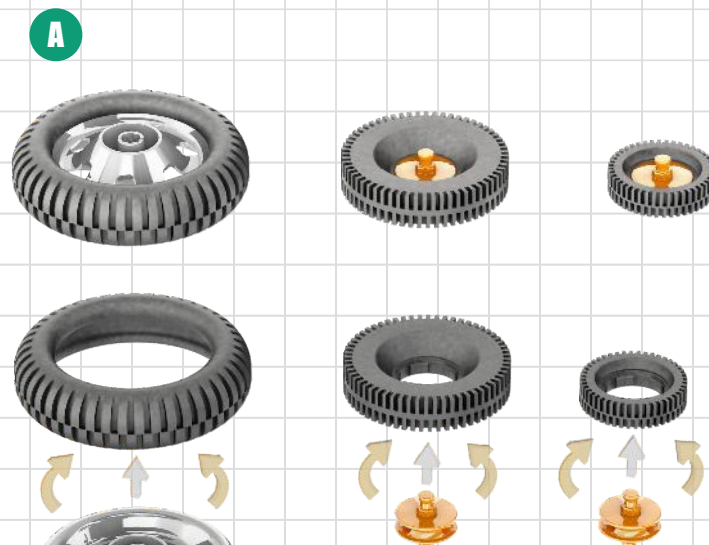
Съвети за изграждане

Инструмент за извличане с двойно действие

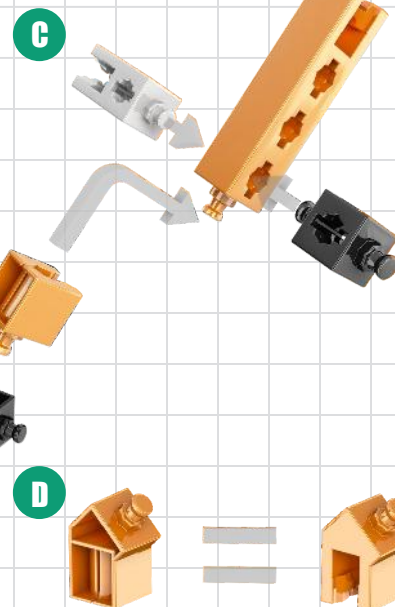
Опция 1:

Натиснете в отвора, за да изскочи заключената част!

Опция 2:
Стиснете инструмента, за да разглобите малките части!



Завъртете, за да застопорите и регулирате дължината!



Още модели онлайн

- A** Използвайте своя компютър или таблет и отидете на следния линк за още модели:

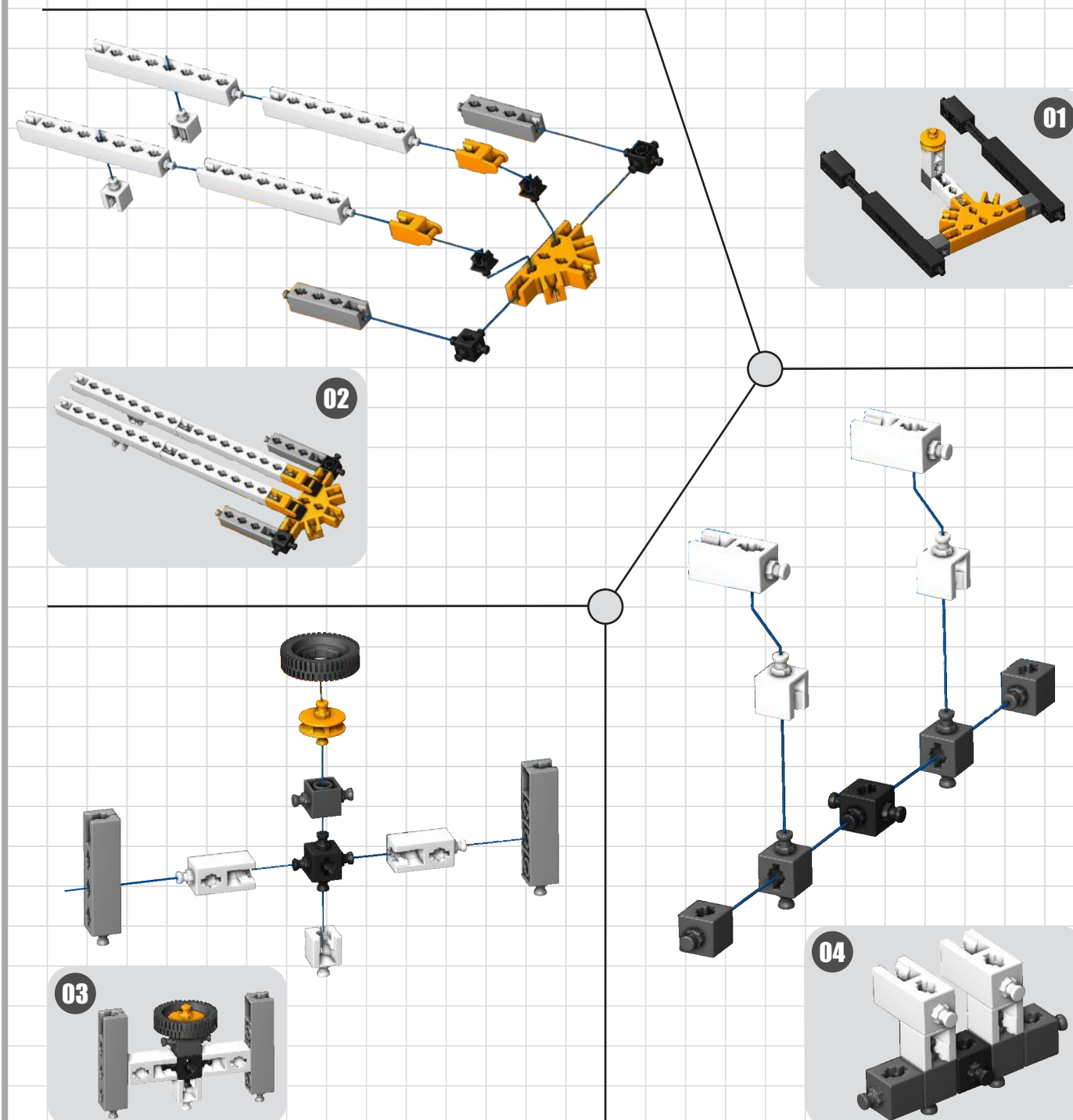
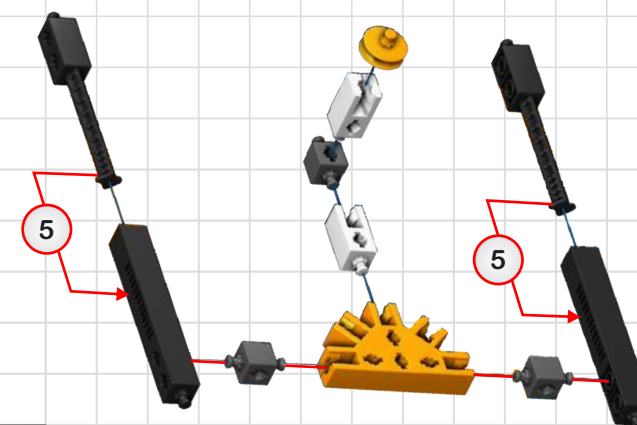
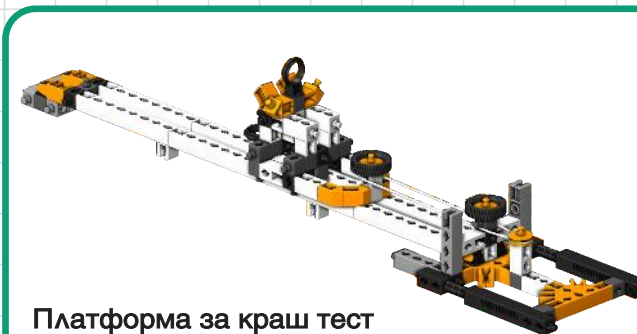
www.engino.com/instructions/stem902

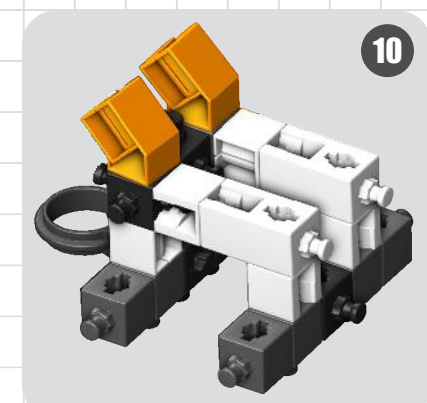
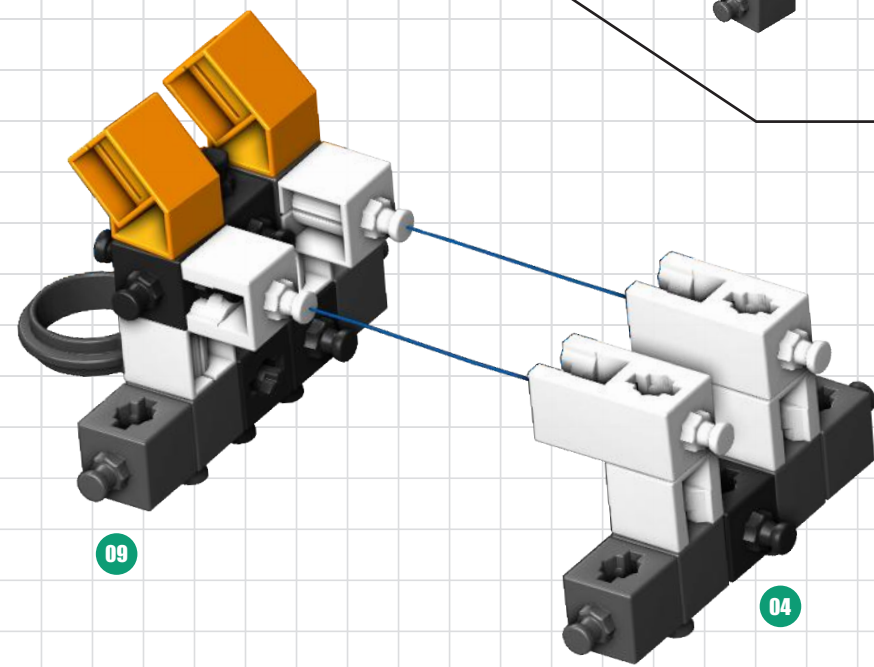
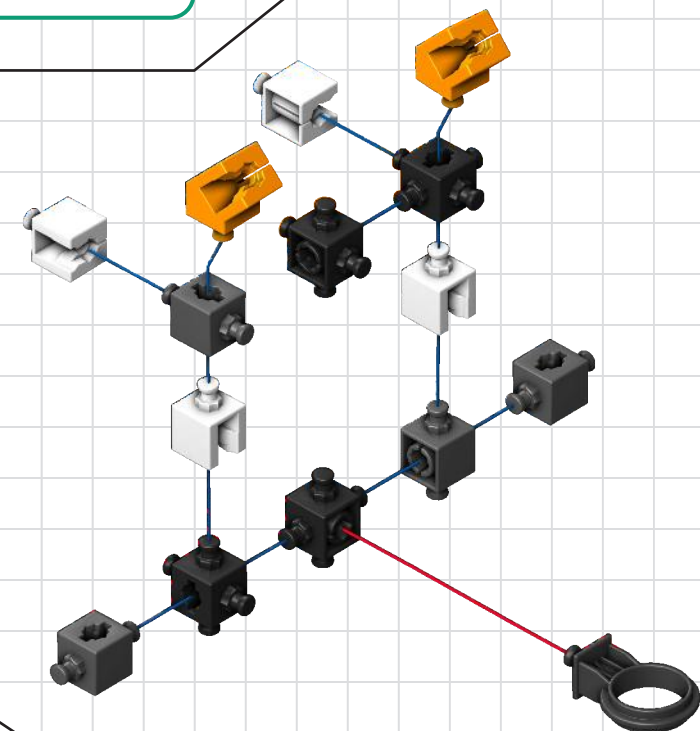
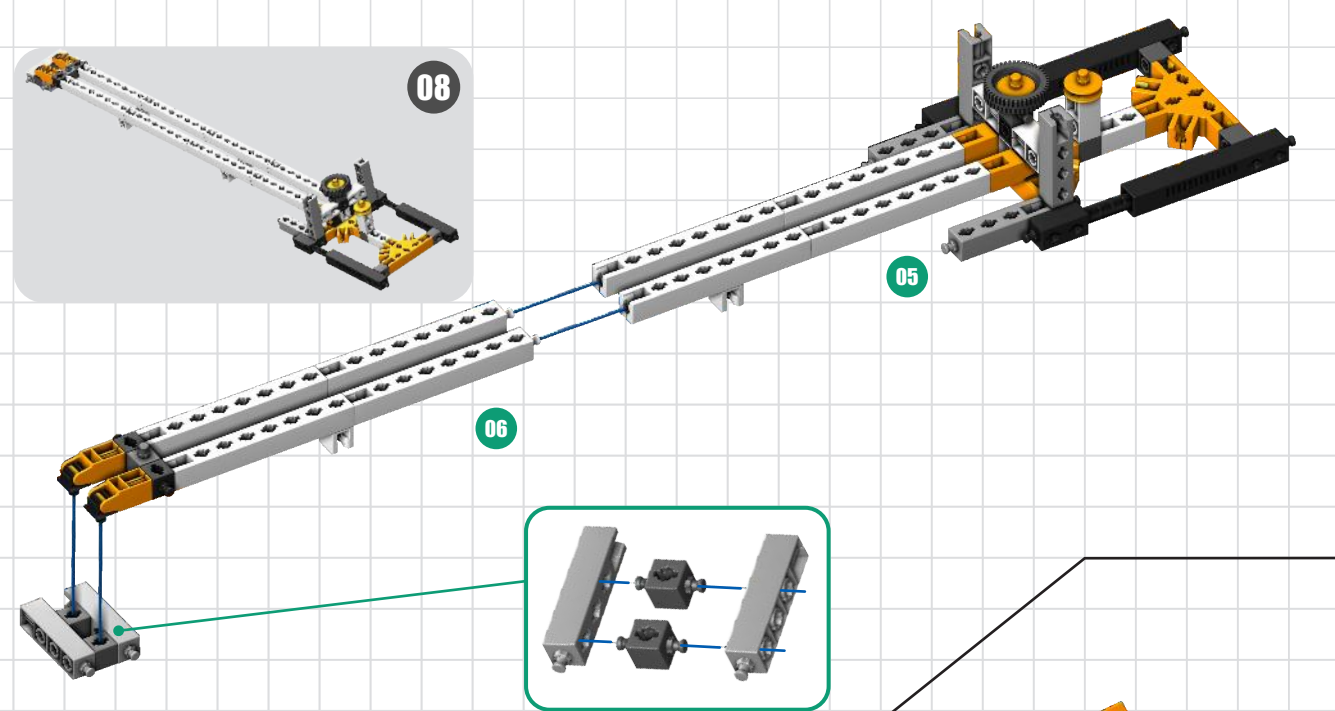
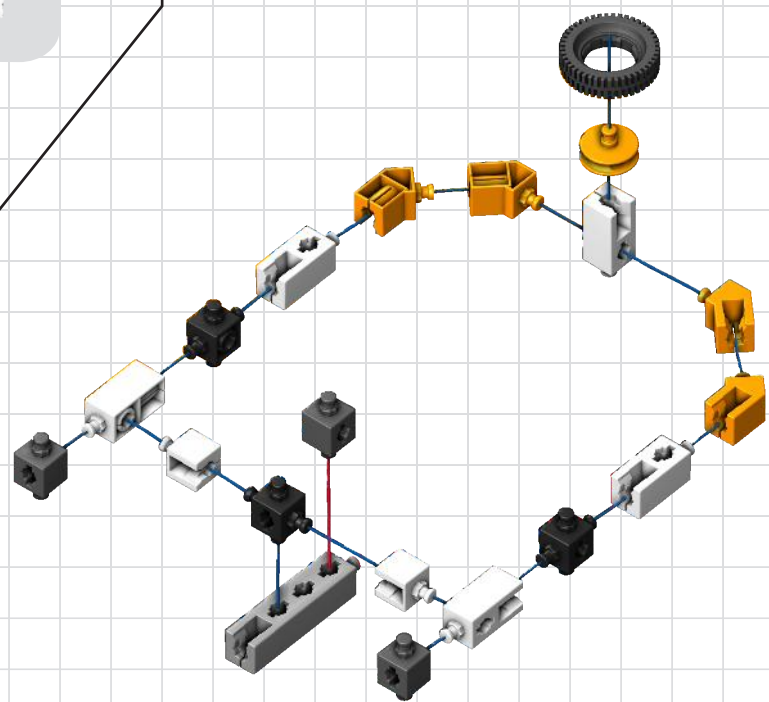
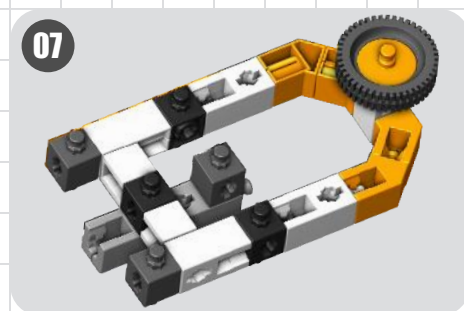
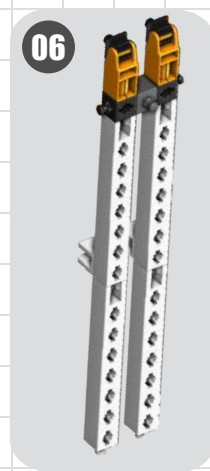
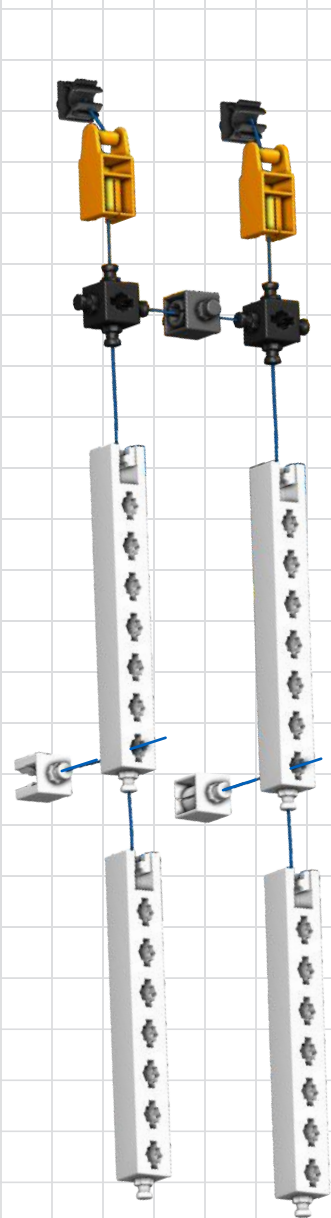
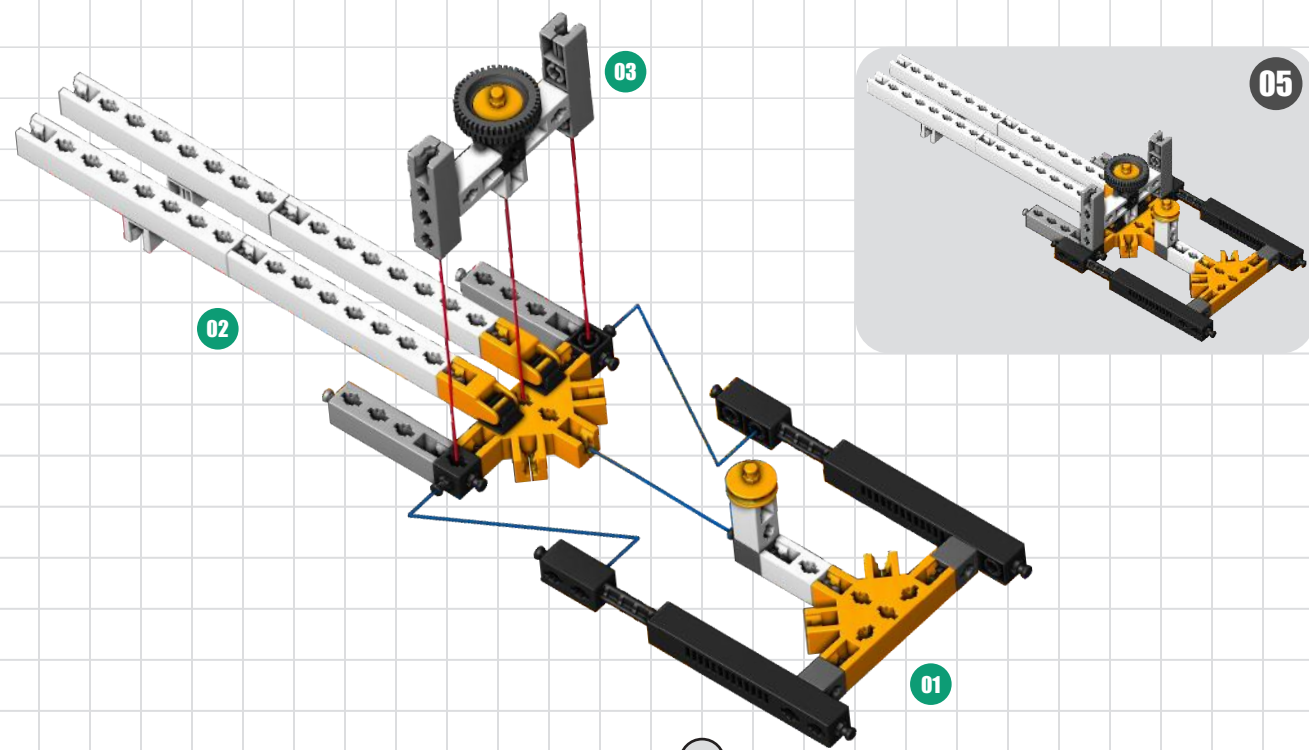
- B** Изтеглете приложението, за да откриете инструкциите стъпка по стъпка, в 3D формат!

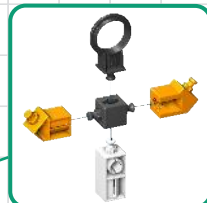
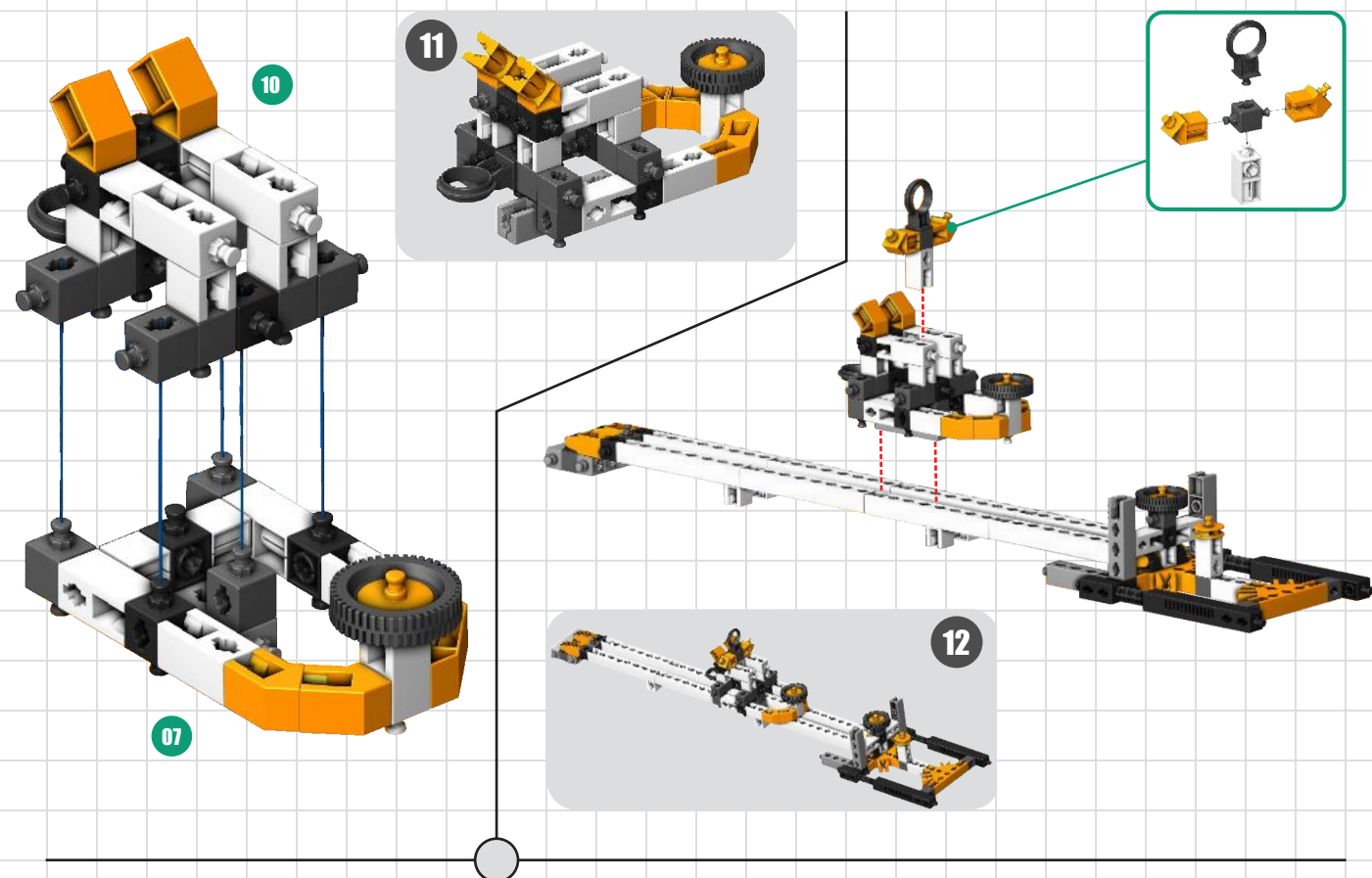
Engino kidCAD (3D Viewer) app:



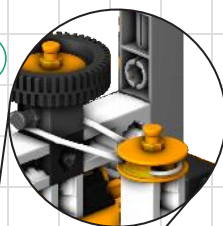
Инструкции за изграждане



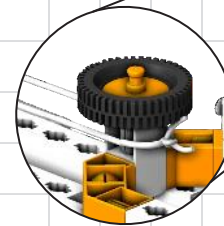




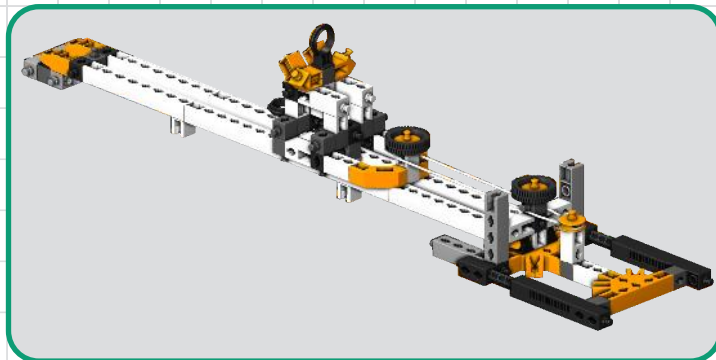
стъпка А



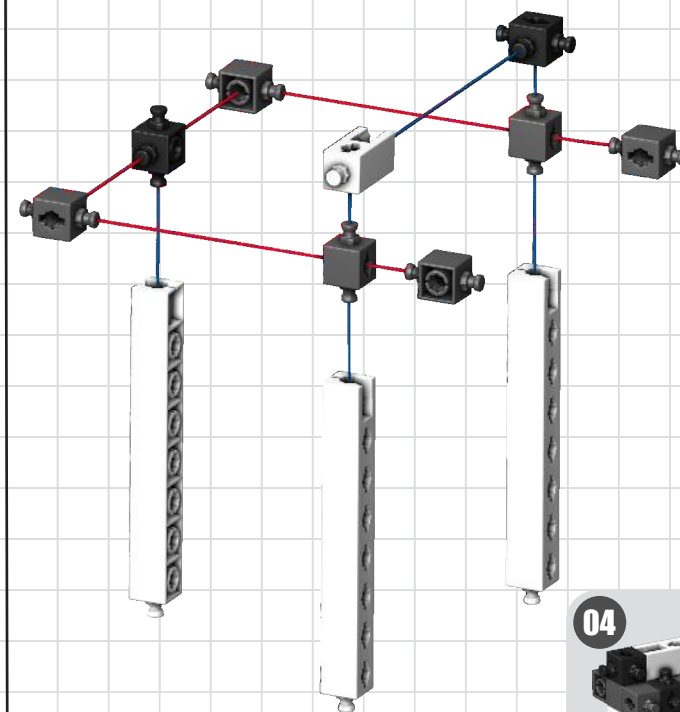
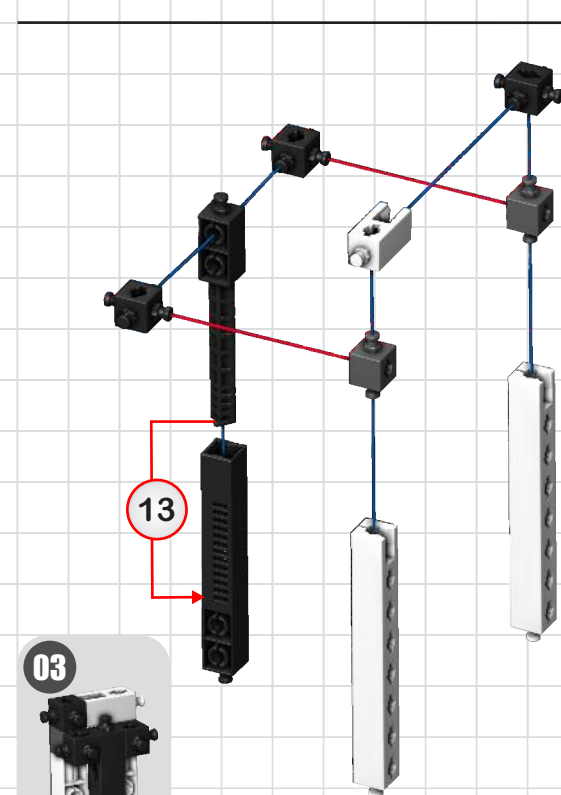
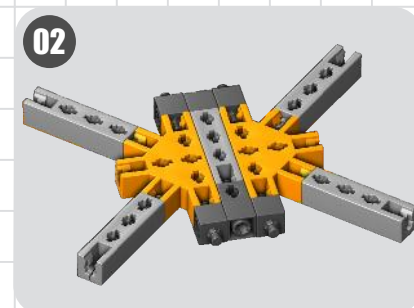
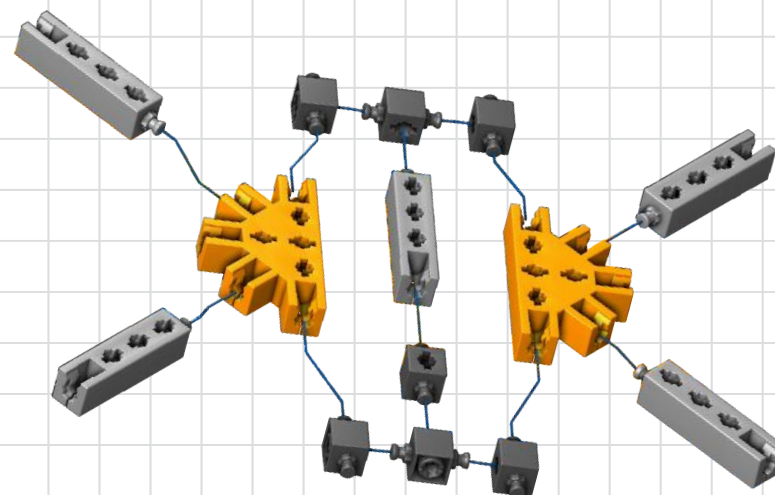
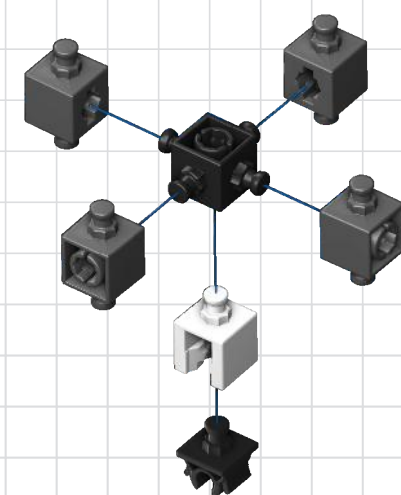
стъпка В

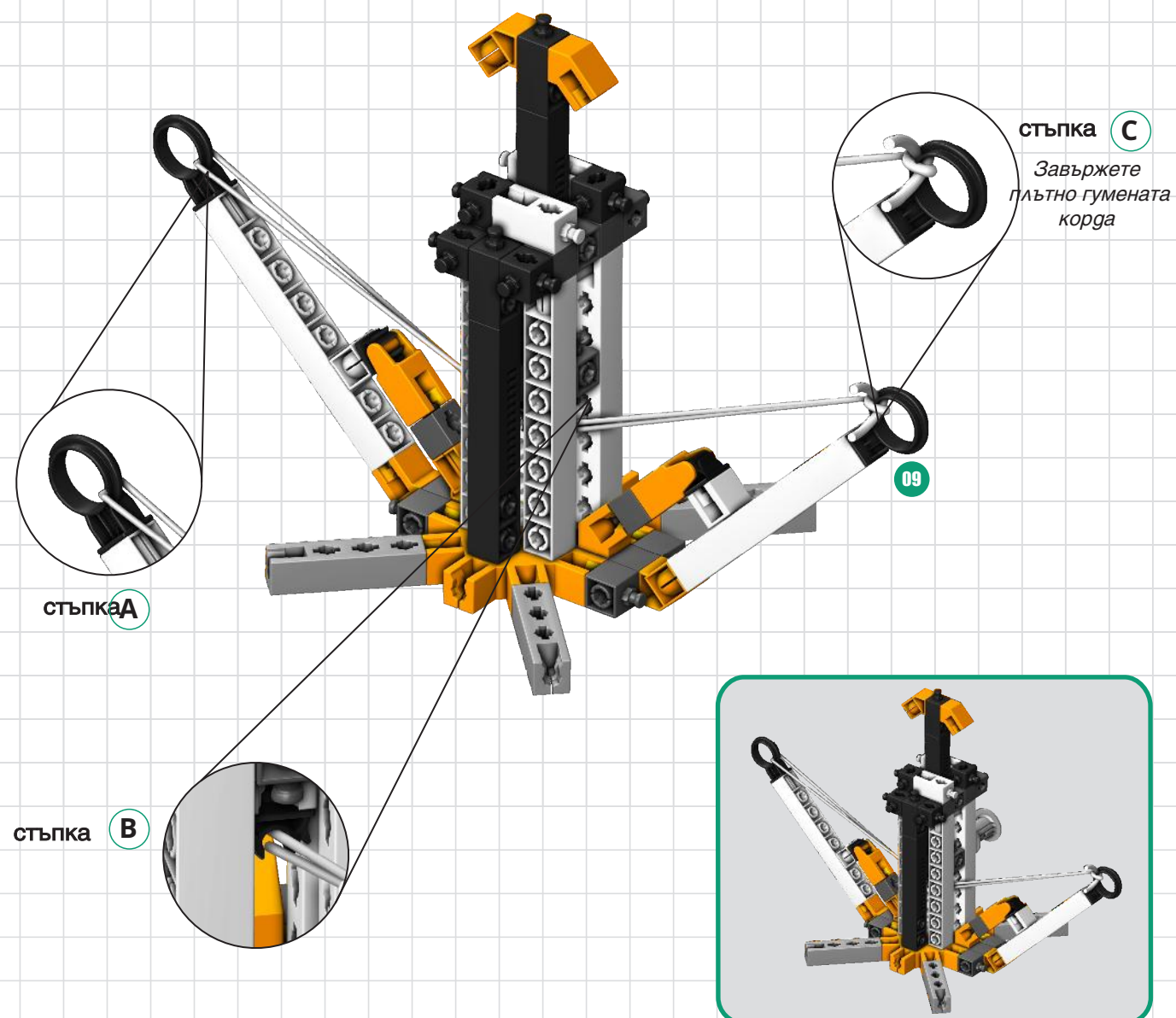
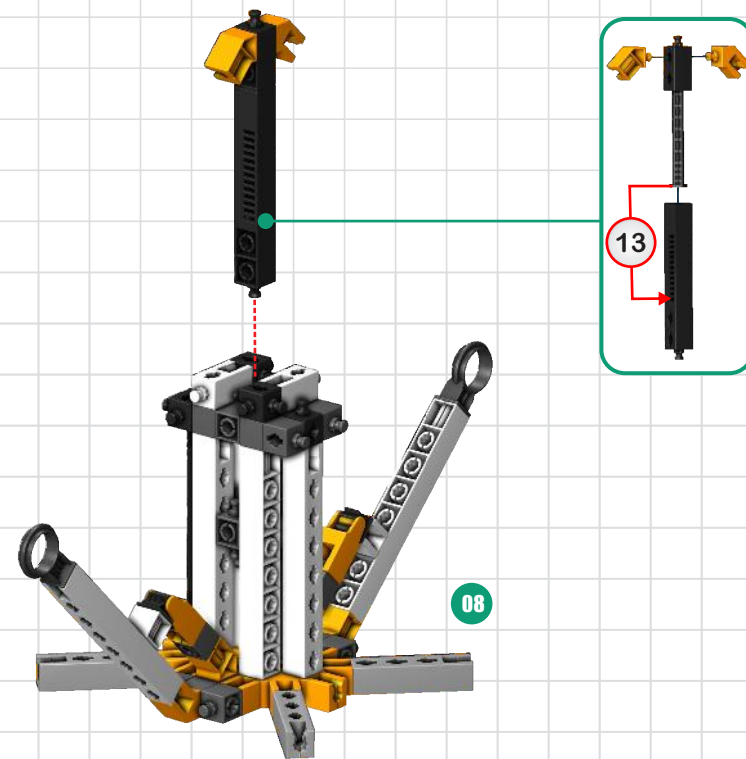
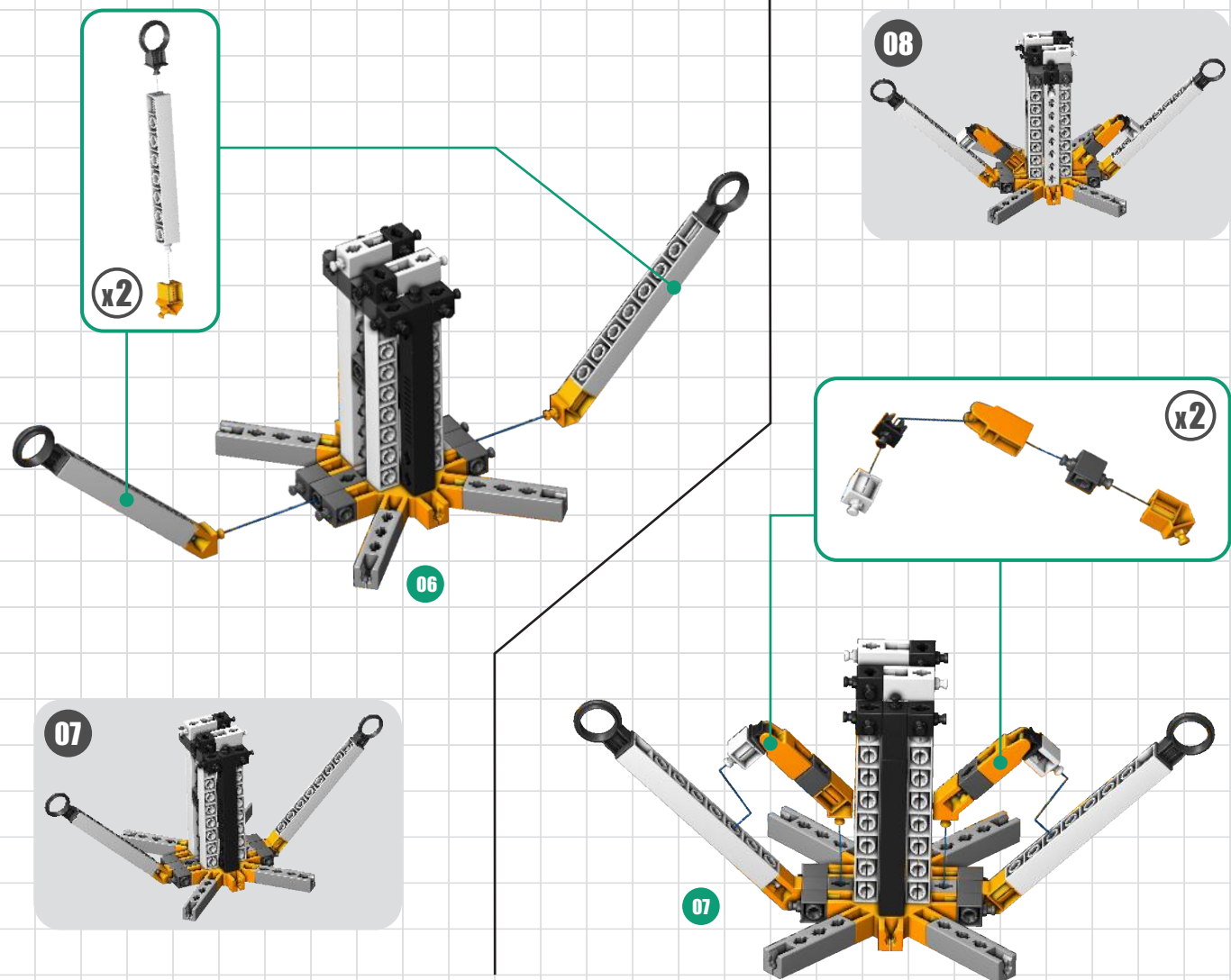
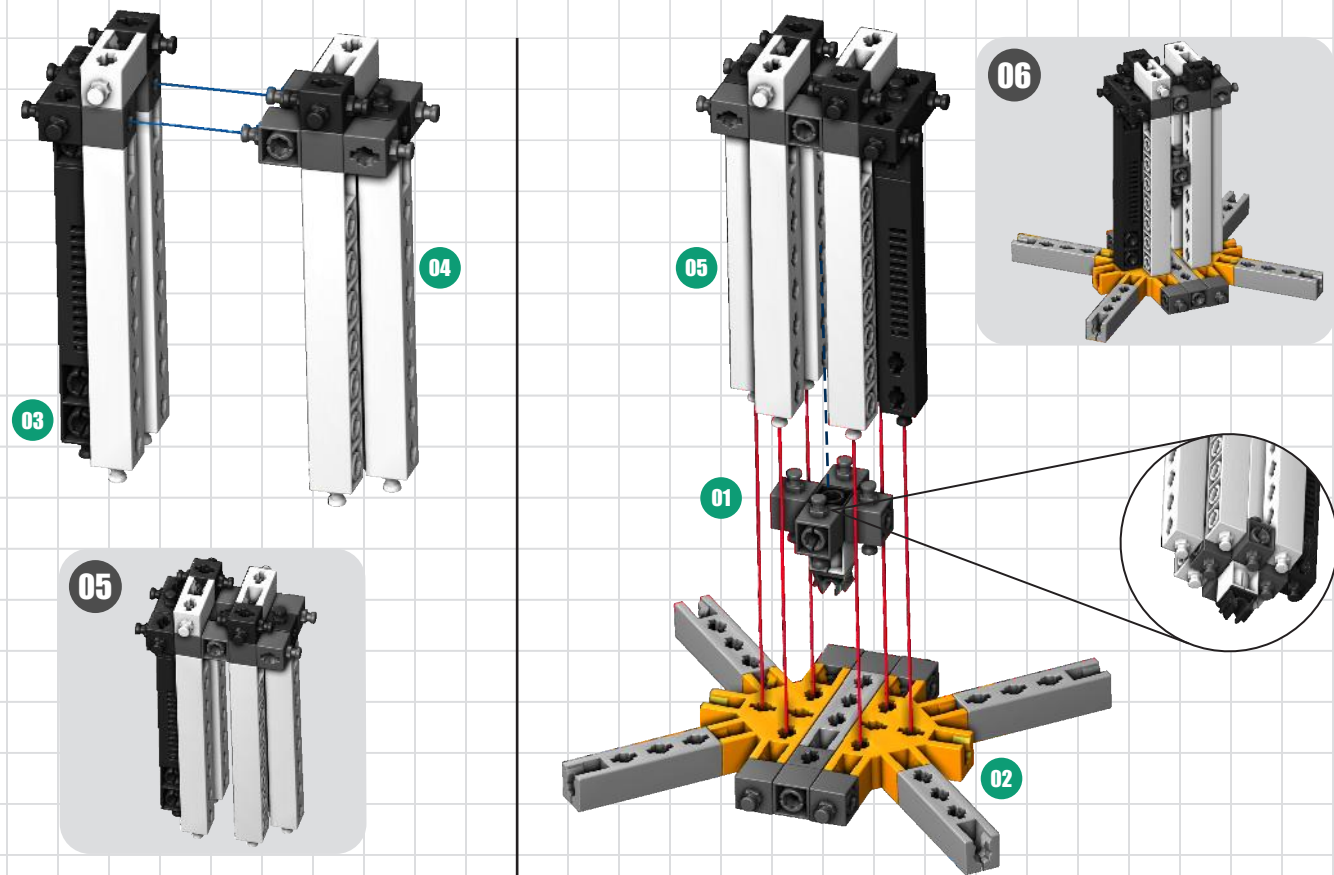


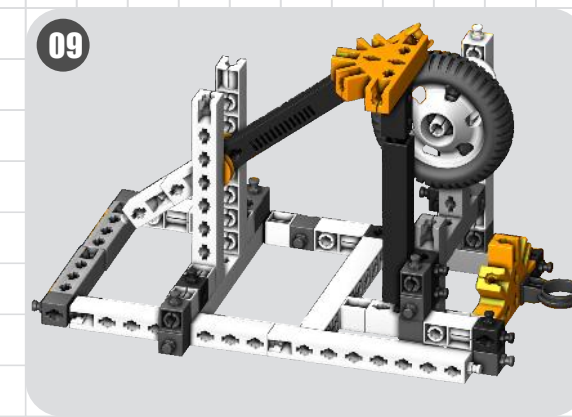
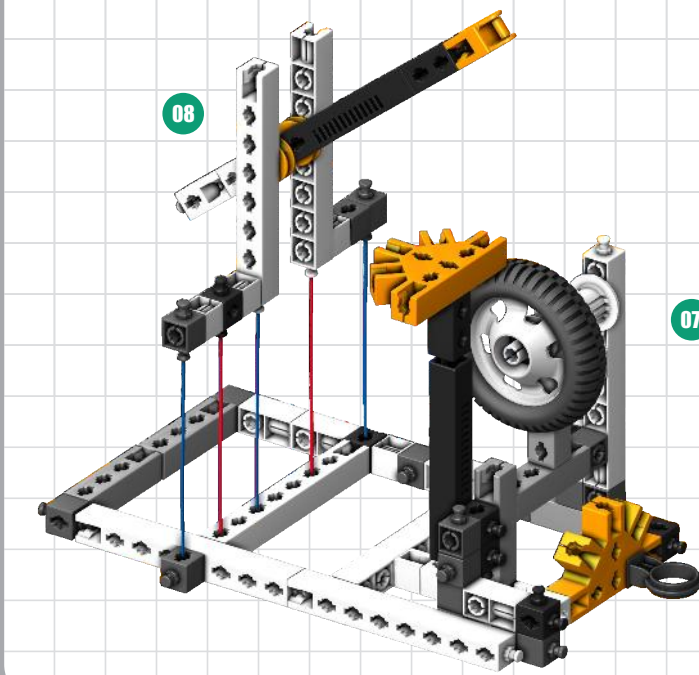
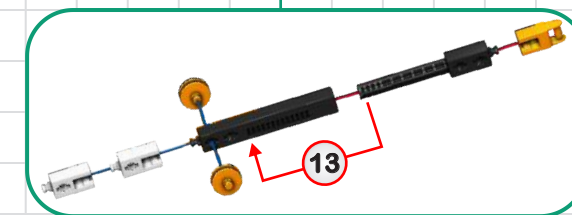
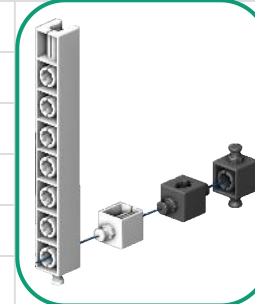
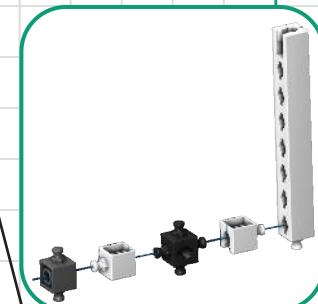
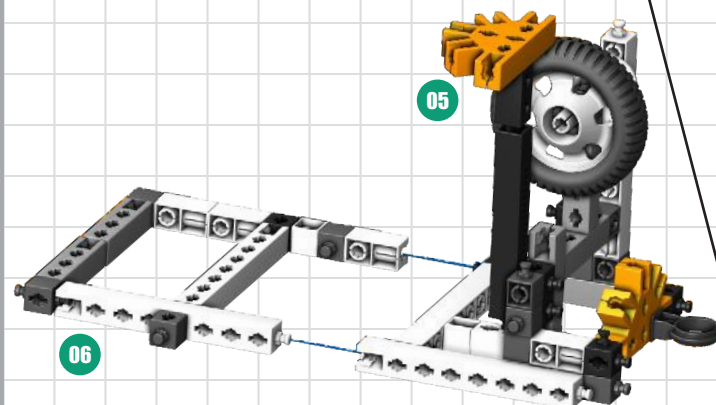
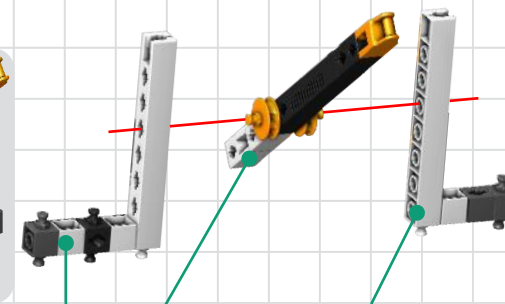
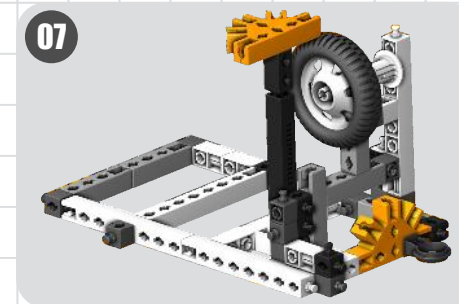
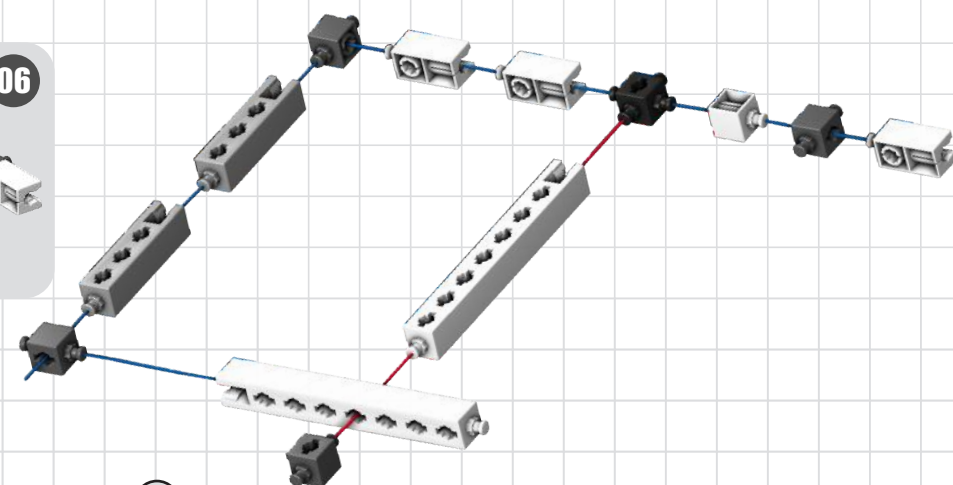
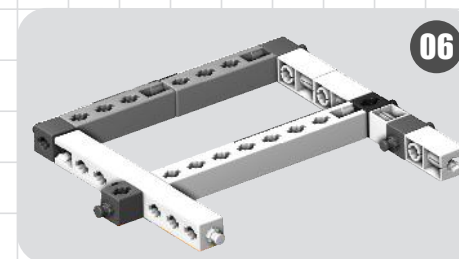
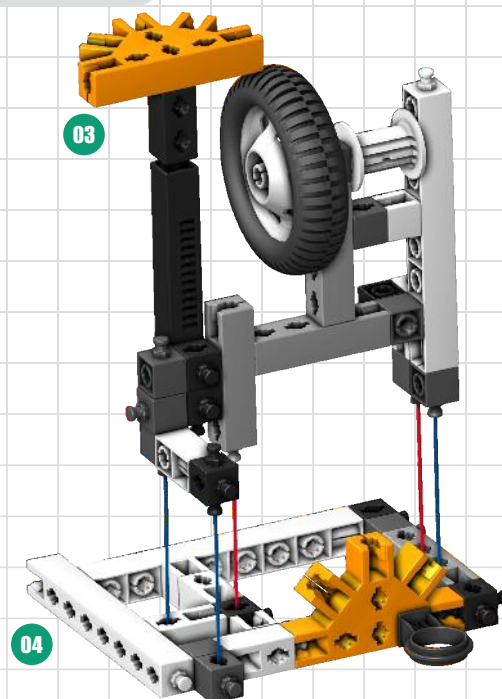
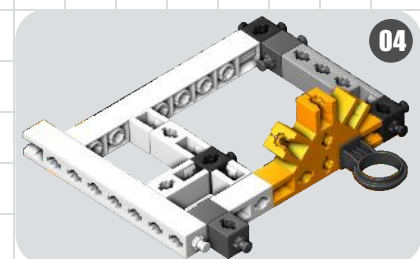
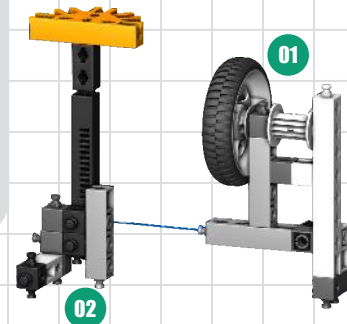
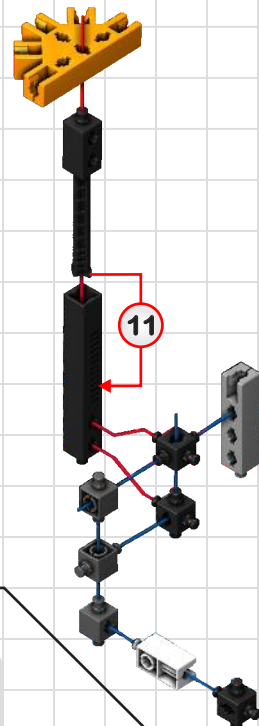
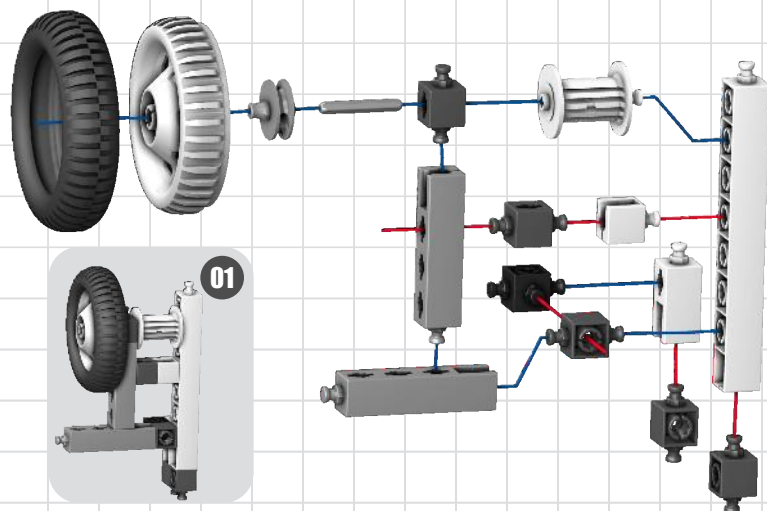
Завържете гумената корда и направете лента с дължина 30 см (неразтегната).

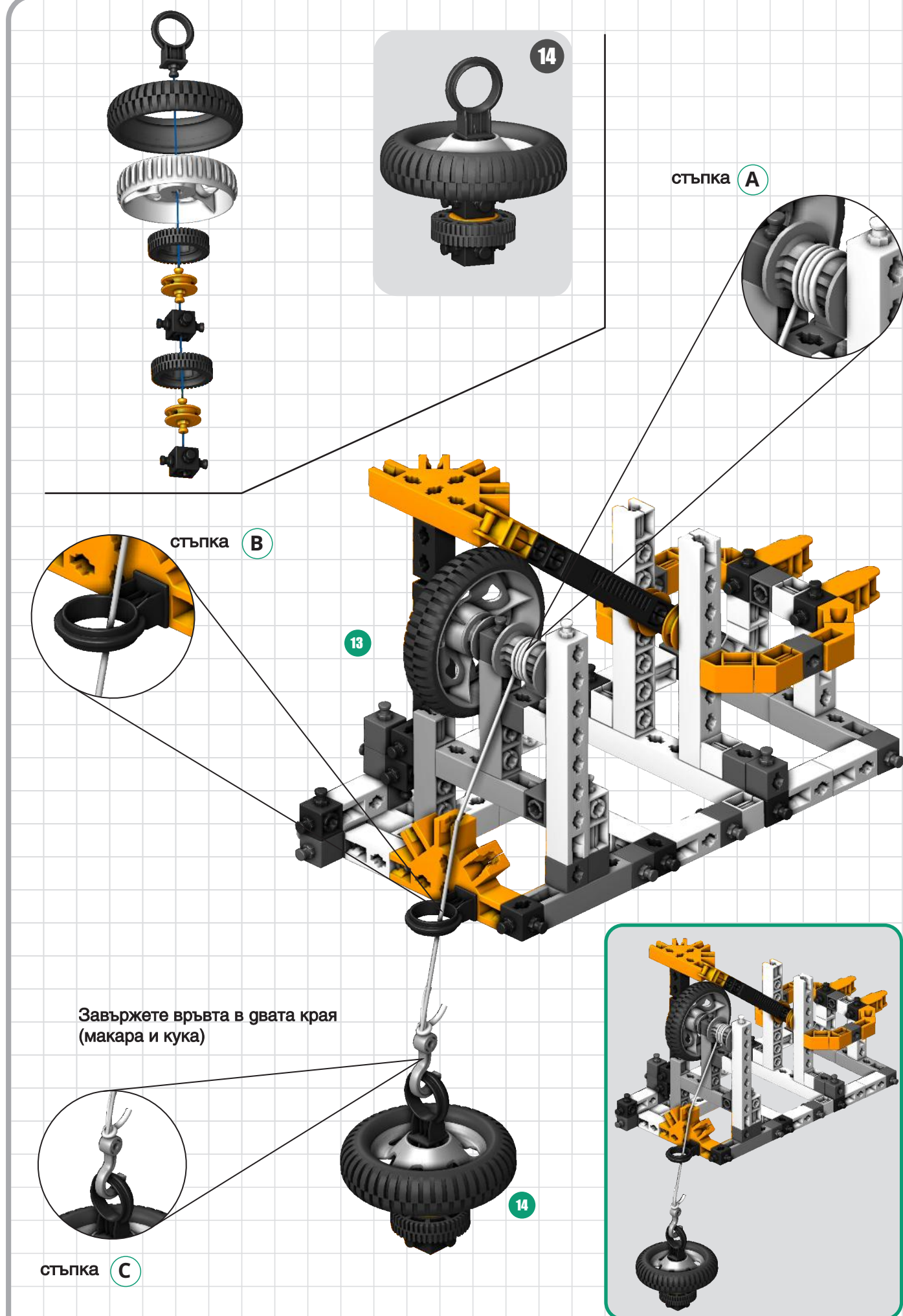
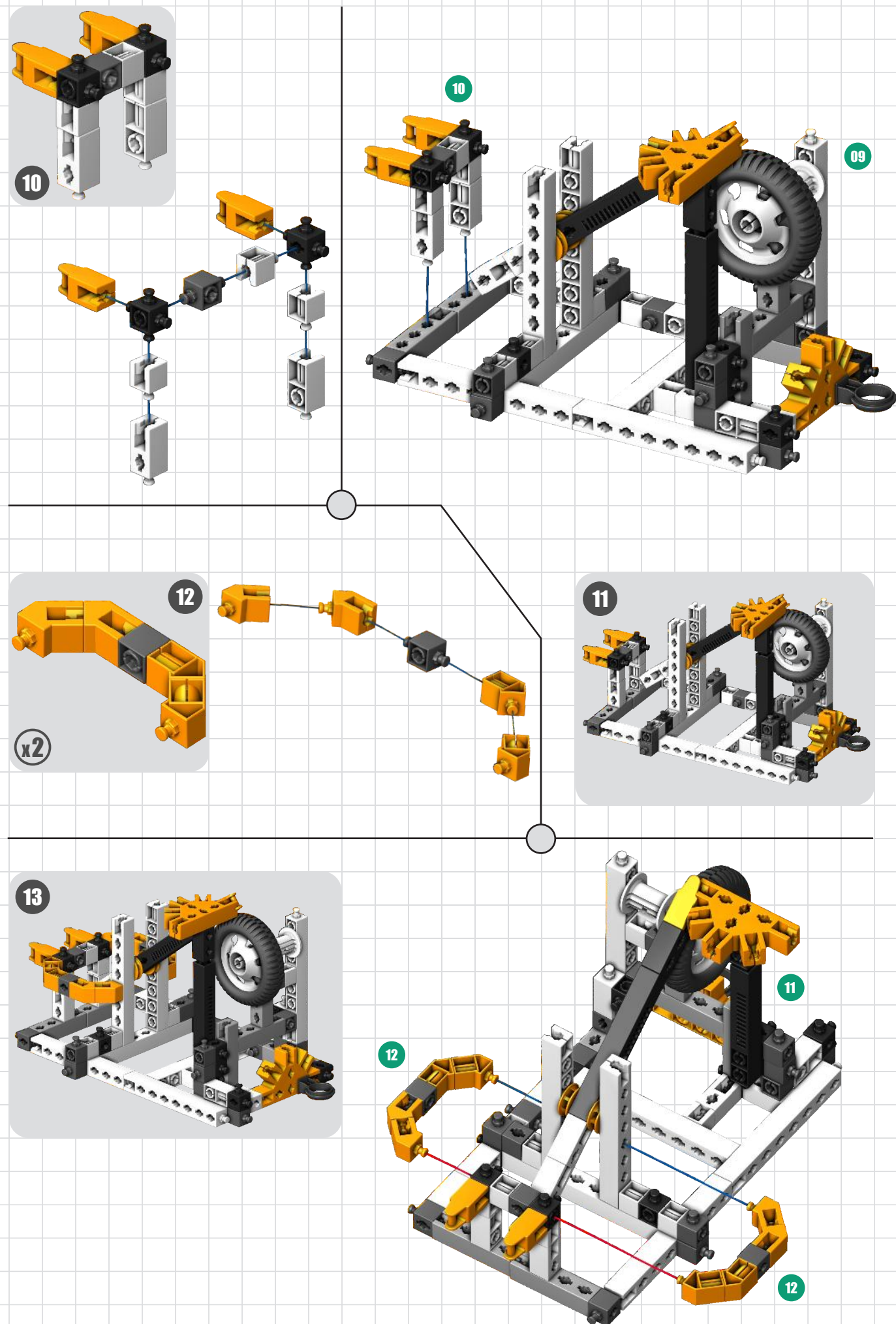


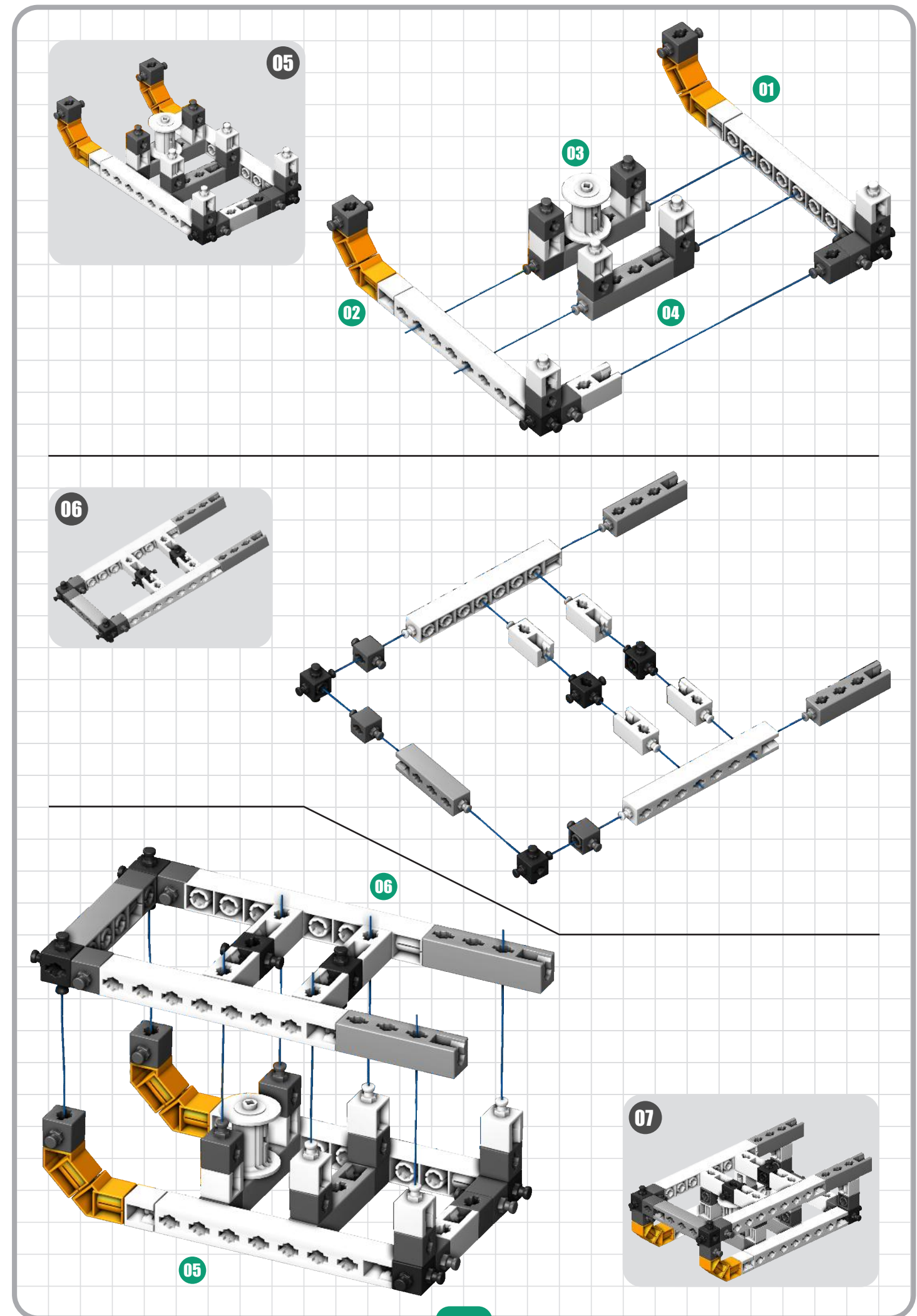
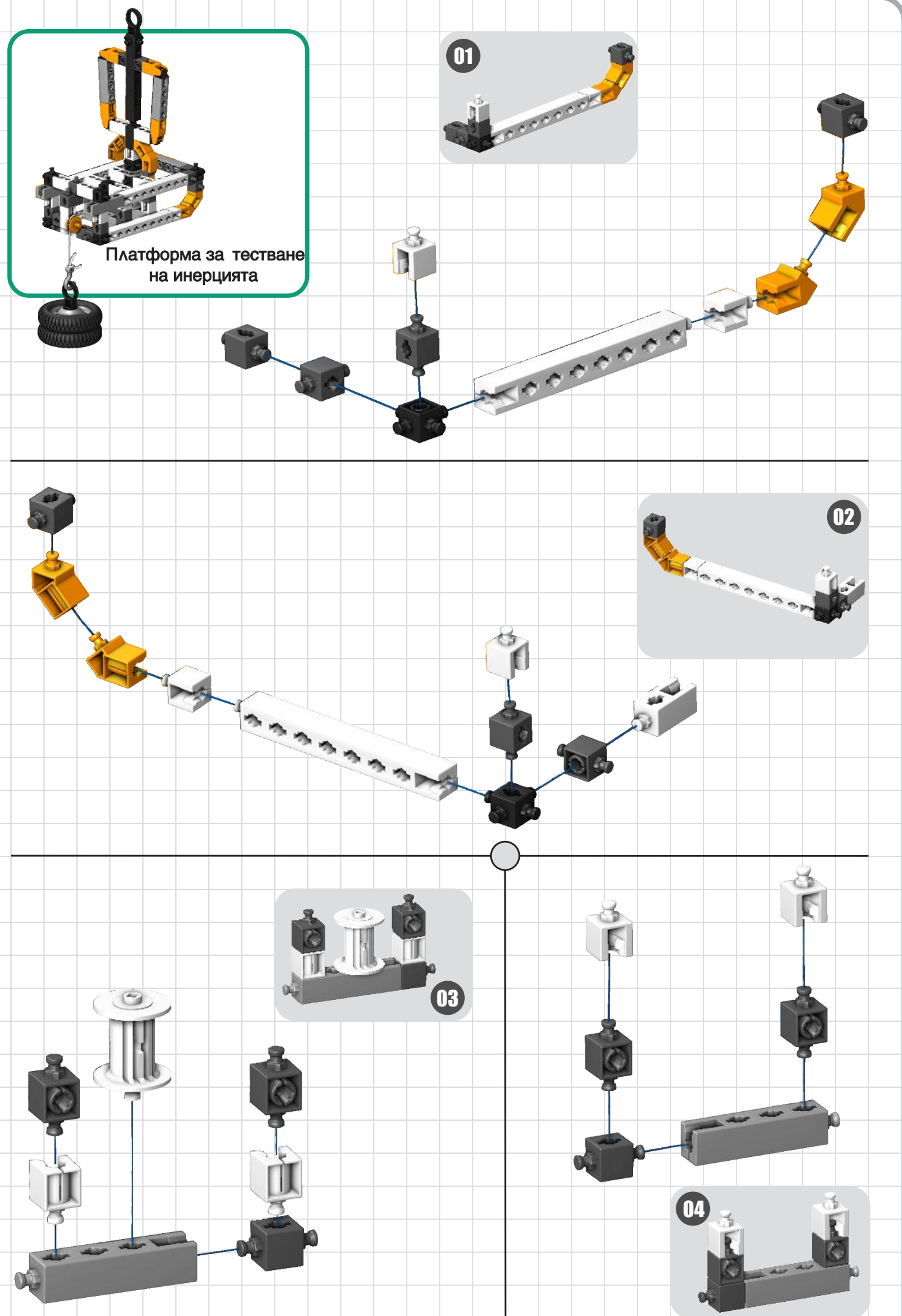
Космическа
ракета

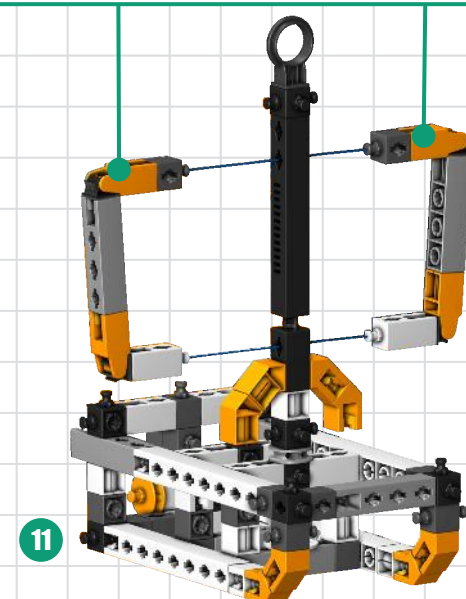
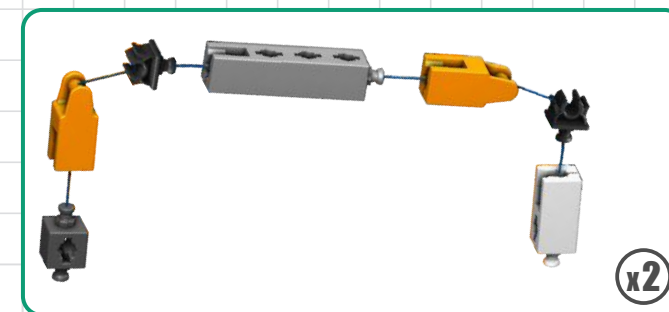
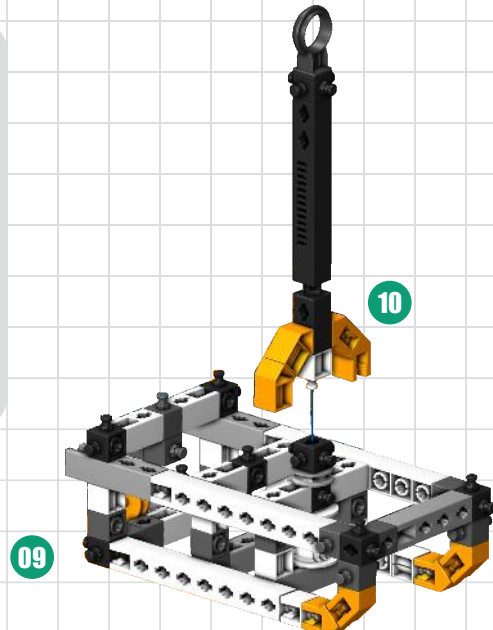
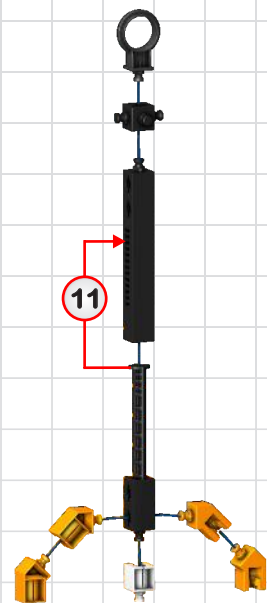
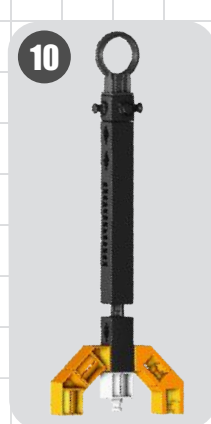
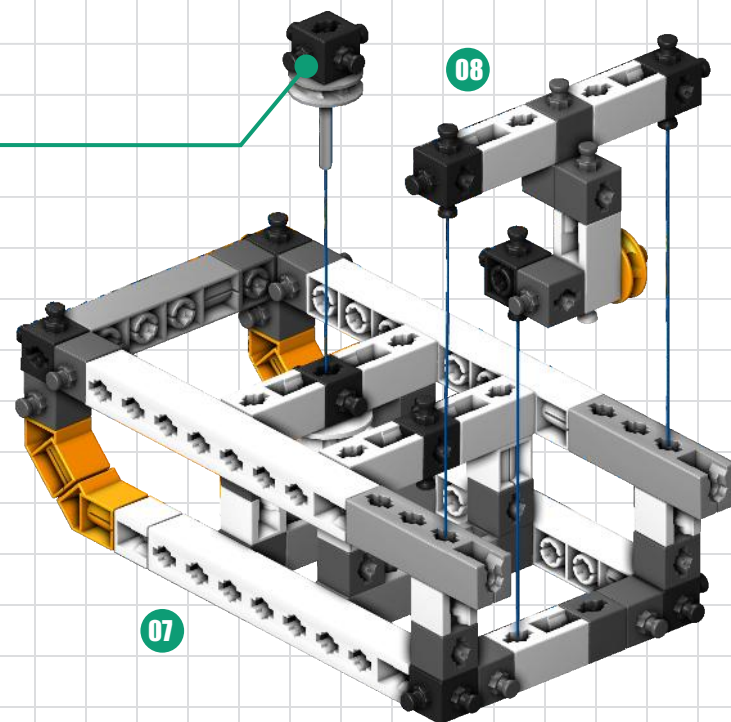
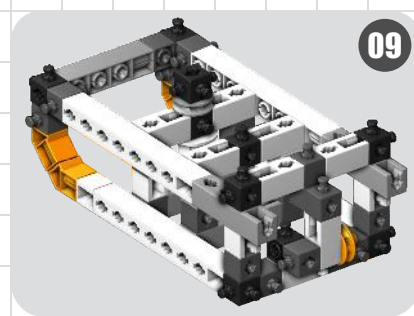
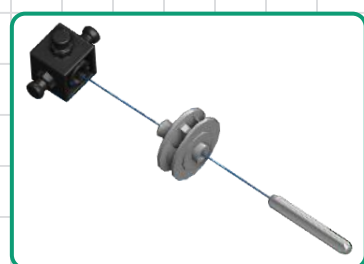
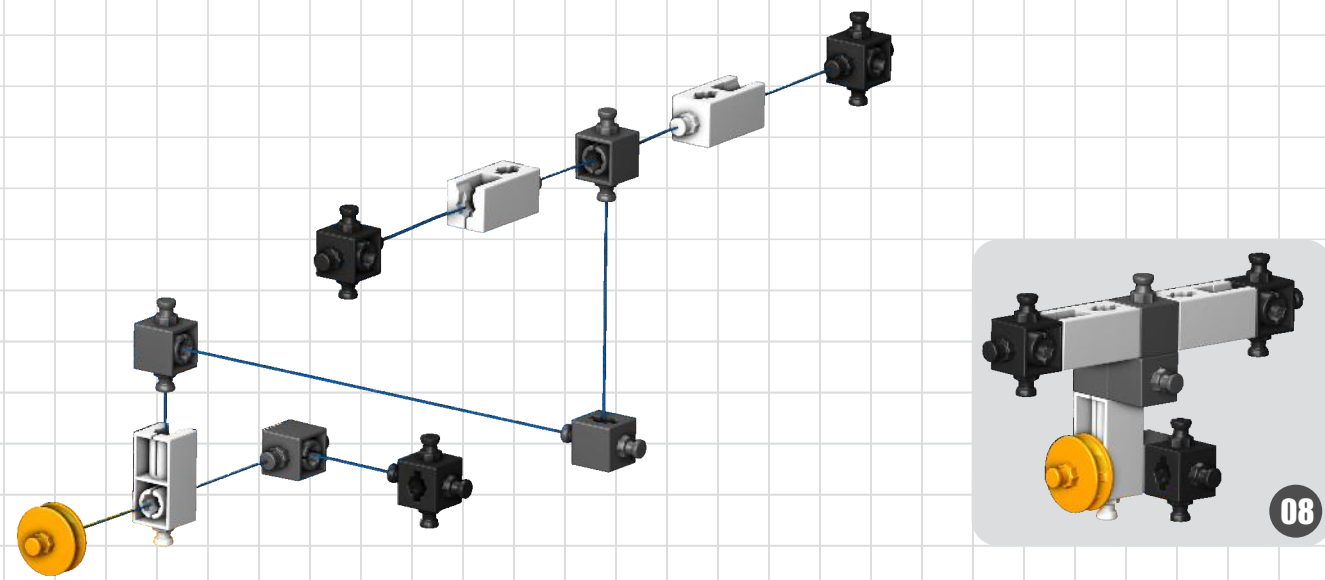




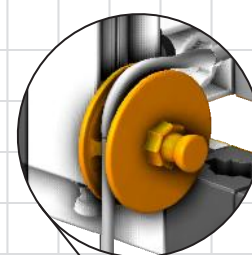






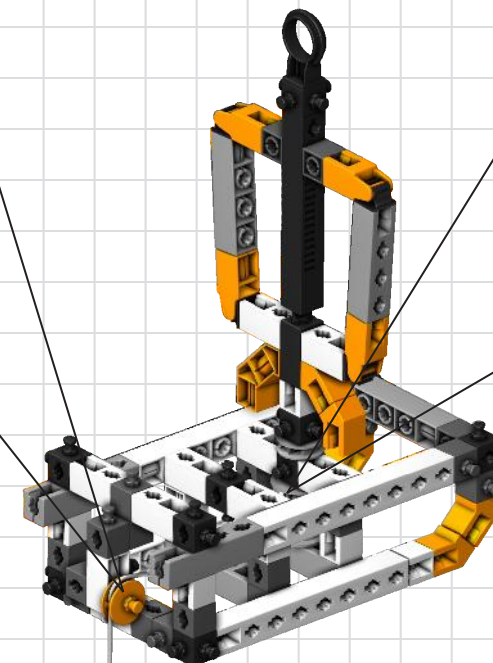
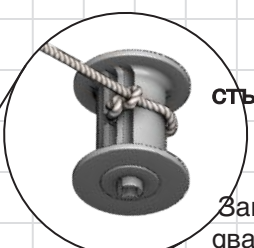


стъпка В



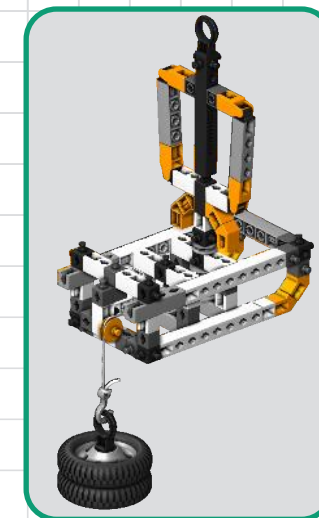
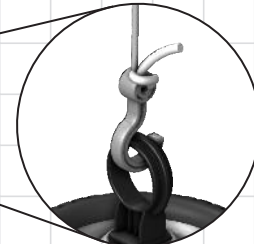
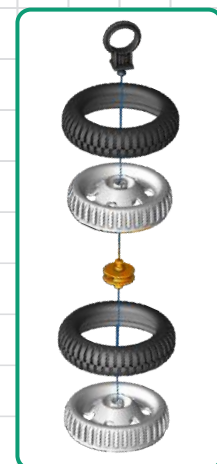
стъпка А

Завържете връвта в двата края (макара и кука)



12

стъпка С



Списък с материали



***ВНИМАНИЕ:** Този комплект съдържа връв, по-дълга от 30 см. Да се пази от деца под 36-месечна възраст.

***Опасност от задушаване.**

***ВНИМАНИЕ:** Гумените ленти могат да причинят нараняване при откъсване, скъсване или загуба на контрол. Докато сглобявате моделите, показани в инструкциите, гръжете гумената лента здраво и не я разтягайте прекалено. Използвайте гумените ленти само както е показано в инструкциите. НЕ ИЗПОЛЗВАЙТЕ ИЗТЪРКАНИ ИЛИ СКЪСАНИ ГУМЕНИ ЛЕНТИ. Дръжете гумените ленти далеч от лицето и очите си. Не изстрелвайте по посока на хора, животни или стени. Това може да причини наранявания или повреди.



Авторски права върху изображенията

©iStock.com / nickfree, GlobalP, matteo_parma, kengoru, Mooneydriver, surely, Tarek El Sombati, sculpies, shironosov, Maica, sturti, skvoor, GeorgiosArt, alxpin, vladacanon, intst, GeorgiosArt, mattjeacock, 1971yes, Alatom, ZU_09

©123RF.com / Vuk Vukmirovic, Ping Han, Peter Bernik, payphoto, Filip Fuxa, Stanislav Komogorov, monticello, Nicholas Piccillo, Panagiotis Karapanagiotis, Iurii Kovalenko, Sergey Sergeev, designua, Khatawut Chaemchamras, destinacigdem, file404, Yaroslava Pravedna

© Авторско право Engino-Net Limited. Всички права запазени

Никаква част от тези страници не може да се използва за други цели, освен за лично ползване. Поради това възпроизвеждането, модифицирането, съхраняването в система за извличане на информация или препредаването, под каквато и да е форма или с каквито и да е средства, електронни, механични или други, по причини, различни от лична употреба, е строго забранено без предварително писмено разрешение от Engino-Net Limited.