

Experiment Manual

Roller Coaster Engineering



 THAMES & KOSMOS

Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Pfizerstr. 5-7, 70184 Stuttgart, Germany | +49 [0] 711 2191-0 | www.kosmos.de
Thames & Kosmos, 89 Ship St., Providence, RI, 02903, USA | 1-800-587-2872 | www.thamesandkosmos.com
Thames & Kosmos UK LP, 20 Stone St., Cranbrook, Kent, TN17 3HE, UK | 01580 713000 | www.thamesandkosmos.co.uk

CONȚINUT KIT

Bine de stiut!

Ai întrebări sau îți lipsește vreo piesă? Echipa noastră de asistență tehnică va fi bucuroasă să vă ajute! SUA:

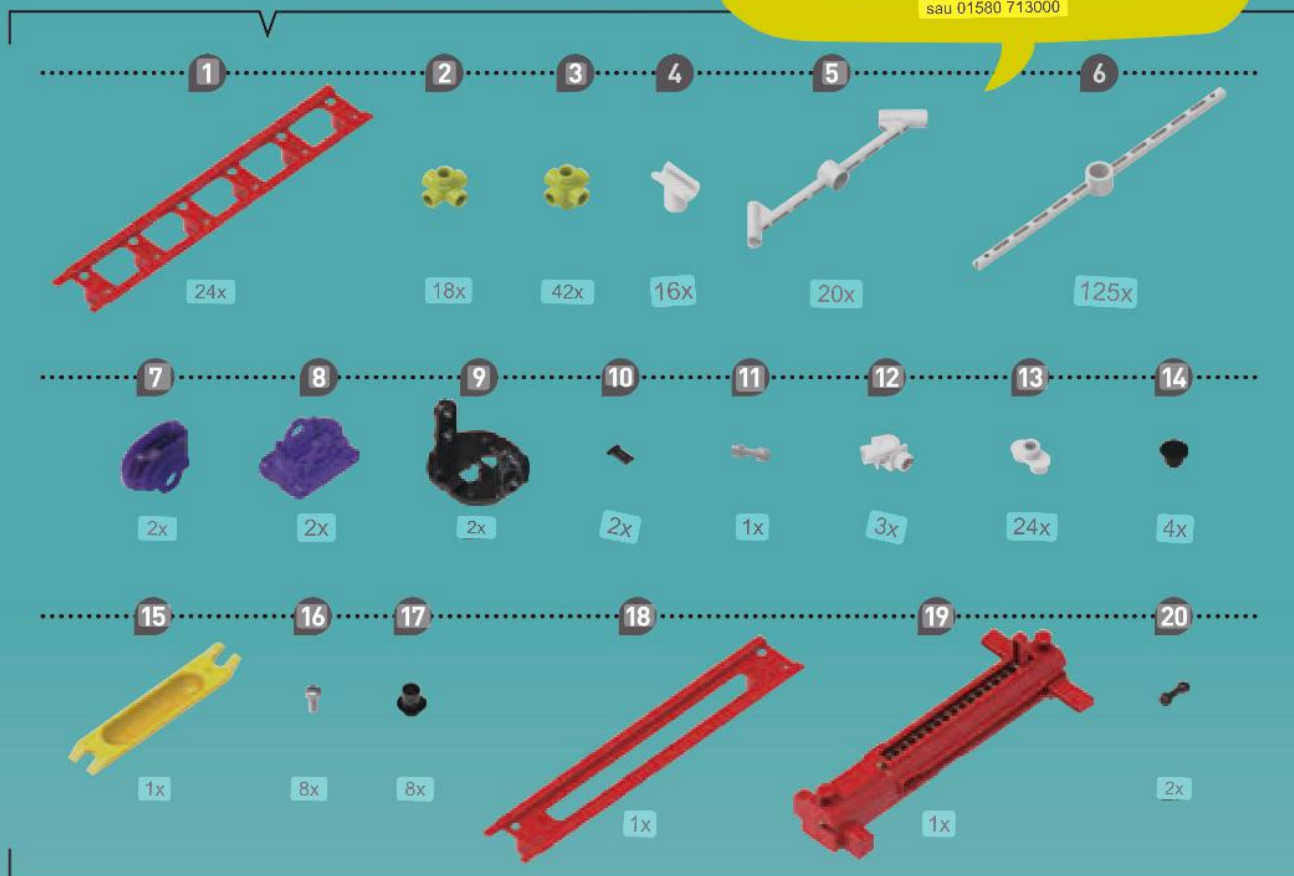
support@thamesandkosmos.com

sau 1-800-587-2872

Marea Britanie: support@thamesandkosmos.co.uk

sau 01580 713000

Ce se află în setul dvs. de experiment:



Lista de verificare:

✓ Fără descriere	Cantitate	Articol Nr.
<input type="radio"/> 1 Track	24	7071-W10-AIR
<input checked="" type="radio"/> 2 Conector tijă cu 5 căi	18	7071-W10-B1G
<input type="radio"/> 3 conector tijă cu 6 căi	42	7071-W10-C1G
<input type="radio"/> 4 Suport de urmărire	16	7071-W10-D1W
<input type="radio"/> 5 Strut de cadru	20	7071-W10-E1S
<input type="radio"/> 6 Tijă cadru	125	7071-W10-F1S
<input type="radio"/> 7 Husa auto	2	7071-W10-G1TP
<input type="radio"/> 8 Caroseria auto	2	7071-W10-G2TP
<input type="radio"/> 9 Sasiu auto	2	7071-W10-H1D
<input type="radio"/> 10 Declanșator de lansare a mașinii	2	7071-W10-H4D

✓ Fără descriere	Cantitate	Articol nr.
<input checked="" type="radio"/> 11 Cuplaj auto, metalic	1	MICH7071
<input type="radio"/> 12 Balama	3	7061-W85-F1W
<input type="radio"/> 13 Convertor 2-la-1	24	7061-W10-G1W
<input type="radio"/> 14 Pin buton	4	7061-W10-W10
<input type="radio"/> 15 Instrument separator de piese	1	7061-W10-B1Y
<input type="radio"/> 16 Șurub.	8	M20-44
<input type="radio"/> 17 roata	8	7071-W85-A
<input type="radio"/> 18 Pista de lansare	1	7071-W10-15R
<input type="radio"/> 19 Lansatorul	1	7071-W85-B
<input type="radio"/> 20 Cuplaj auto, plastic	2	7071-W10-H5D

Piesele care nu sunt incluse în kit sunt marcate cu caractere

cursive în listele VOI NECESITA.

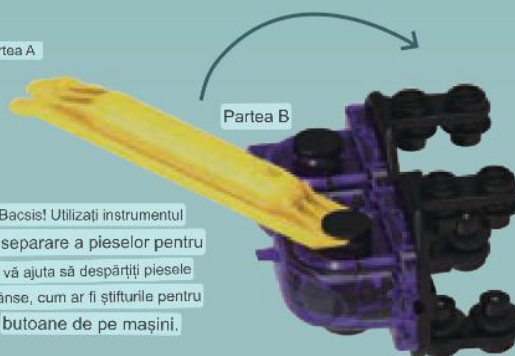
AI VEI NEVOIE DE:

Șurubelniță mică cu cap Phillips, monede mari de exemplu, sferturi), bandă adezivă

Partea A

Partea B

Bacsis! Utilizați instrumentul de separare a pieselor pentru a vă ajuta să despărțiți piesele strânse, cum ar fi știfturile pentru butoane de pe mașini.





CUPRINS

Conținutul setului	În interiorul capacului frontal
Cuprins și alte informații	3
MONTAJUL ÎNCEPE LA PAGINA 3	
Introducere.....	2
Asamblarea trenului.....	3
Cum se utilizează Lansatorul.....	4
Experimentele 1 și 2.....	5
Variază forța și masa de lansare pe o pistă dreaptă dreaptă	
Verificați: legile lui Newton.....	9
Experimentele 3 și 4.....	10
Modificarea înălțimii și a masei de lansare pe o cale înclinată	
Experimentele 5-8.....	13
Varierea pantei și stabilității pistei	
Experimentele 9-12.....	18
Experimente cu o buclă verticală în pistă	
Verificați: G-Forces.....	19
Experimentul	22
13. Explorarea energiei cu înălțimi variabile ale unui deal pe pistă	
Experimentul	23
14. Calculul vitezei medii a trenului	
Experimentul	24
15. Investigarea efectului frecării asupra trenului	
Verificați: un adevărat inginer de roller coaster...25	
Experimentele 16 și	26
17. Experimentarea unui circuit complet	
Experimentele 18-20.....	32
Trei provocări pe care să le încerci pe cont propriu	
Verifică-! Coasters cool.....	În interiorul capacului din spate

AVERTIZARE!

Nu este potrivit pentru copii sub 3 ani. Pericol de sufocare - părțile mici pot fi înghițite sau inhalate. Pericol de strangulare șinele lungi și flexibile se pot înfășura în jurul gâtului.

Păstrați ambalajul și instrucțiunile deoarece conțin informații importante.

Țineți mâinile, fața, părul și toate celelalte părți ale corpului departe de trenul în mișcare.

VIDEOCLIPURI

SCANAȚI ACEST COD QR
PENTRU A VEDE

UN VIDEO CU FIECARE
EXPERIMENTE DE
ROLLER COASTER ÎN
ACȚIUNE!



?!

BACSYS

INFORMAȚII SUPLIMENTARE

POT FI GĂSIT ÎN SECȚIUNILE
VERIFICAȚI-L DE PE PASELE
9, 19, 25 ȘI PE COPERTA
SPATE INTERIOARĂ.



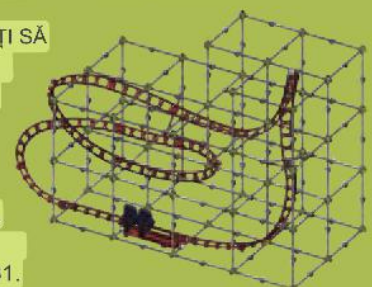
Dragi părinți și adulți,

Acest kit de experimente oferă copilului dvs. o introducere distractivă în fizică și inginerie prin subiectul roller coasters! Înainte de a începe experimentele, citiți manualul de instrucțiuni împreună cu copilul dumneavoastră și discutați informațiile despre siguranță. Verificați pentru a vă asigura că modelele au fost asamblate corect. Ajută-ți copilul cu experimente, în special cu citirea diagramelor de asamblare și asamblarea pieselor care pot necesita mai multă dexteritate sau putere a mâinii decât are copilul în prezent. Acest manual atinge câteva concepte de fizică destul de avansate - ajuta-le să le interpreteze pentru copilul tău cât mai bine poți, dar știi și că copilul tău învață pur și simplu jucându-se cu modelele și observând cum se comportă trenul cu roller coaster în fiecare experiment. Sperăm ca tu și copilul tău să te distrezi foarte mult cu experimentele!

VĂ RECOMANDĂM SĂ ÎNCEPEȚI DE LA ÎNCEPUTUL
MANUALULUI SĂ FACEȚI EXPERIENȚELE ÎN
ORDINE, PENTRU ÎNVĂȚARE MAXIMĂ!

DACĂ DORIȚI SĂ
SARIȚI LA
ROLLER
COASTER
COMPLET

ÎN IMAGINE ÎN
FAȚA CUTIEI,
MERCEȚI LA
PASEA 31.



Misto!

Hai să ne rostogolim!

Roller Coaster ATENSINEERING

Ce trebuie să știe inginerii de roller coaster pentru a proiecta plimbări palpitante și sigure? Totul ține de fizica! Roller Coasters sunt proiectate de echipe cu o gamă largă de experiențe, inclusiv ingineri structurali, mecanici și electrici.

Un lucru pe care s-ar putea să nu-ți dai seama când te plimbi în jurul unei piste de montagne russe cu viteză mare este că trenul în care te afli nu are motor. Pentru a-i face pe călăreți să țipe, designerii de roller coaster se bazează pe o forță foarte importantă: gravitația.

Pe coastele tradiționale, un tren urcă un deal pentru a obține energie potențială gravitațională. Cu cât trenul urcă mai sus, cu atât mai multă energie înmagazinează pentru restul călătoriei. Când trenul își începe coborârea, energia potențială este transformată în energie cinetică, energia mișcării. Cu cât mașina are mai multă energie cinetică, cu atât viteza acesteia este mai mare. Când trenul urcă pe următorul deal al coastei sau trece printr-o buclă verticală, energia cinetică este convertită înapoi în energie potențială.

Montagne rusești moderne accelerează

trenurile cu mecanisme care creează alle forme de

energia potențială, inclusiv energia potențială electromagnetică și elastică. Aceste coastere pot atinge viteze mai mari decât cele cu un „deal de ridicare” convențional. Acest kit include un lansator cu arc pentru a crea o explozie inițială de viteză.

În acest kit, veți construi multe

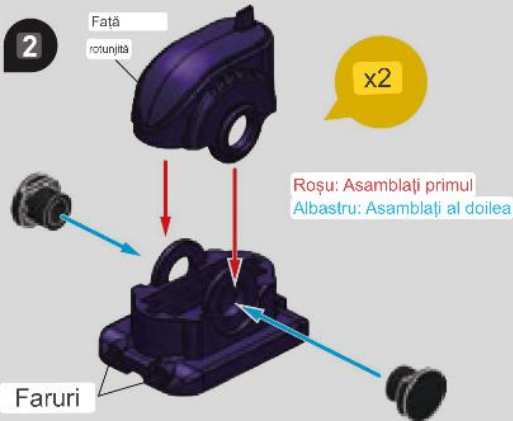
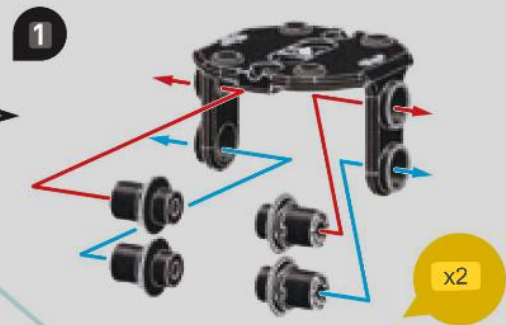
modele diferite de roller coaster, de la simplu la complex, și veți efectua douăzeci de experimente pentru a testa principiile fizicii implicate în proiectarea de roller coaster minunate.



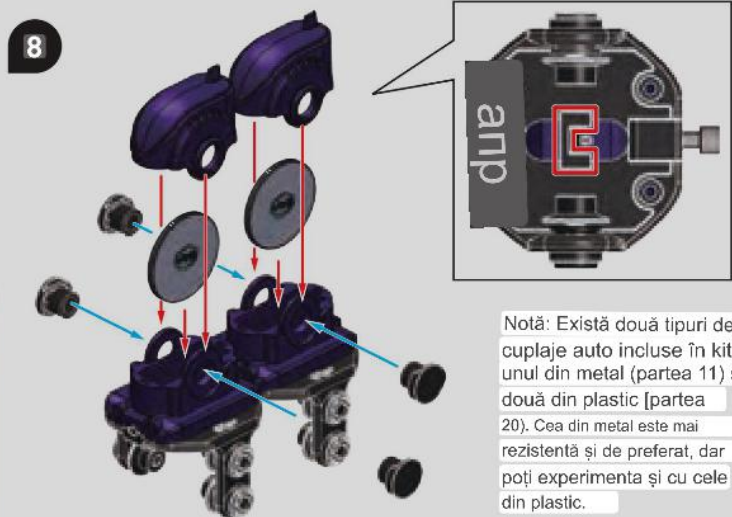
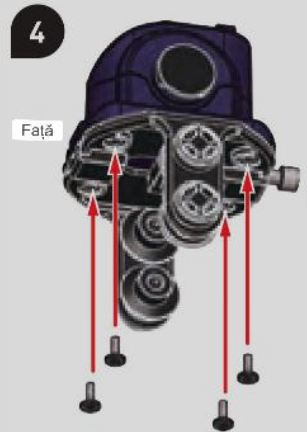


MONTAJ TREN

- | | | | | | | | |
|----|----|----|-------|----|-------|----|----|
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 14 | 16 | 17 |
| | | | | | | | |
| 2x | 2x | 2x | 1x 1x | 4x | 8x 8x | | |



Notă: Partea rotunjită a husei mașinii și farurile sunt orientate în față.

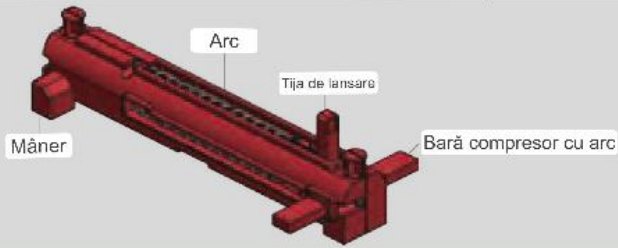


Notă: Există două tipuri de cuplaje auto incluse în kit: unul din metal (partea 11) și două din plastic [partea 20]. Cea din metal este mai rezistentă și de preferat, dar poți experimenta și cu cele din plastic.

! Acordați atenție direcției trenului, deoarece declanșatorul de lansare de pe partea inferioară a vagonului este articulat doar într-o direcție și trebuie să fie îndreptat în direcția corectă pentru a declanșa lansatorul cu arc.

CUM SĂ UTILIZAȚI LANSATORUL

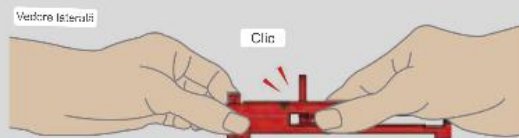
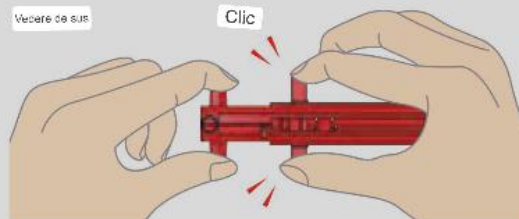
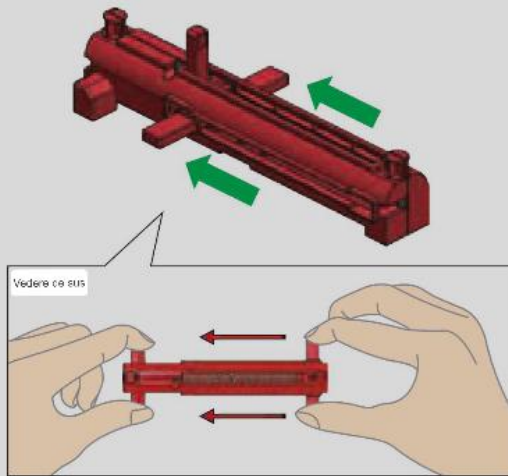
1 Lansatorul începe cu arcul necomprimat.



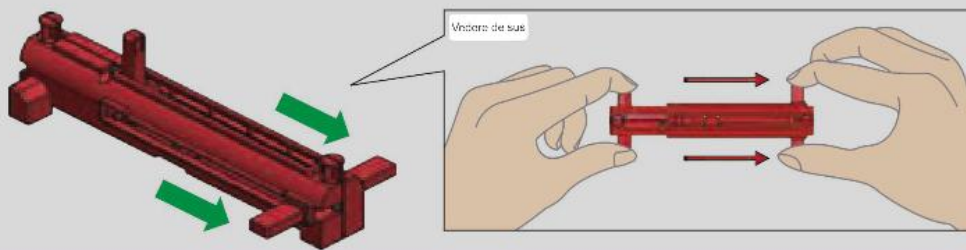
Manipulați lansatorul cu grijă!

Arcul încărcat stochează multă energie, iar tija de lansare și bara compresorului cu arc se pot mișca foarte repede atunci când arcul este descărcat. Când nu îl utilizați în mod activ și în timpul asamblării, țineți lansatorul descărcat cu arcul necomprimat.

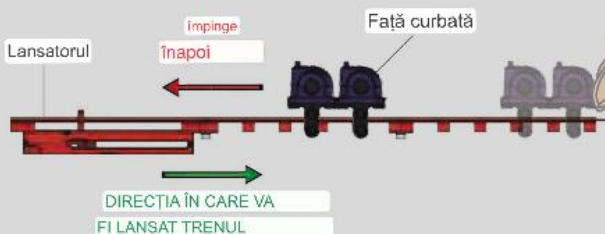
2 Ținând lansatorul de mâner, împingeți bara compresorului cu arc înăuntru, comprimând arcul, până când tija de lansare se fixează în poziție.



3 Glisați înapoi bara compresorului cu arc. Acum lansatorul este gata să lanseze trenul!



4 Pentru a lansa trenul, asigurați-vă mai întâi că atât lansatorul, cât și trenul sunt în direcția corectă pe șină. Fața curbată a trenului trebuie să fie îndreptată spre direcția în care doriți să fie lansat trenul. Împingeți trenul astfel încât să se rostogolească înapoi spre tija de lansare. Când intră în contact cu tija de lansare, arcul se va elibera și va propulsa mașina înainte. Asigurați-vă că țineți mâinile, fața, părul și toate celelalte părți ale corpului departe de trenul în mișcare.



De asemenea, puteți lăsa gravitația să tragă mașina pe șină spre lansator.





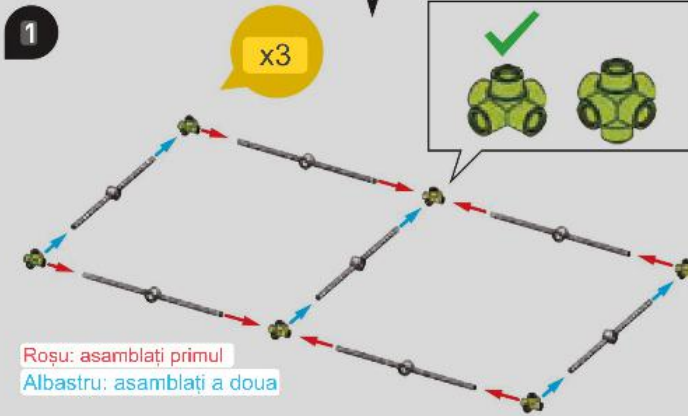
MODEL PENTRU EXPERIMENTELE 1 ȘI 2



PENTRU FIECARE MODEL SE AFACE UN CLASAMENT DE DIFICULTATE ÎN VASUL PAGINII DE INSTRUCȚIUNI DE MONTAJ:



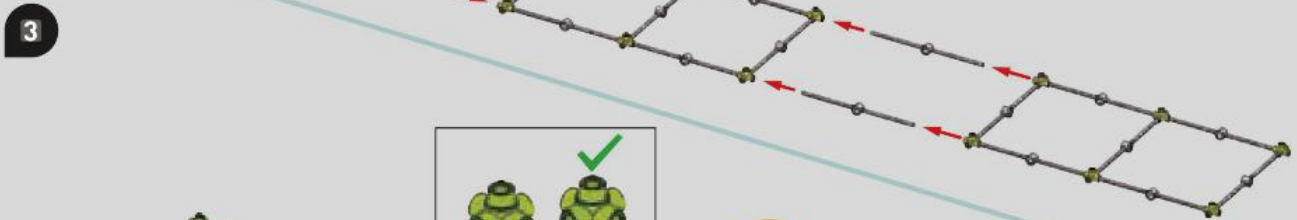
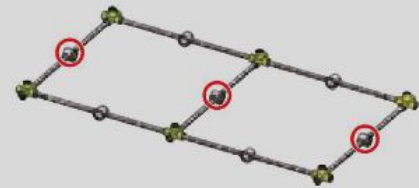
Mai întâi, construieți cadrul. Apoi, atașați șina de cadru, completând modelul. În cele din urmă, efectuați experimentele folosind modelul pe care l-ați construit.



Roșu: asamblați primul
Albastru: asamblați a doua

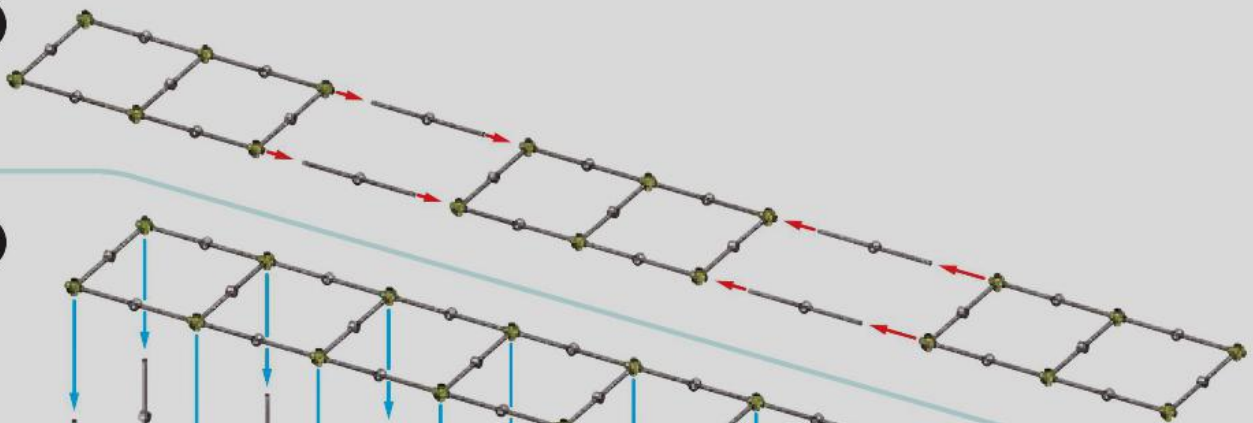


+

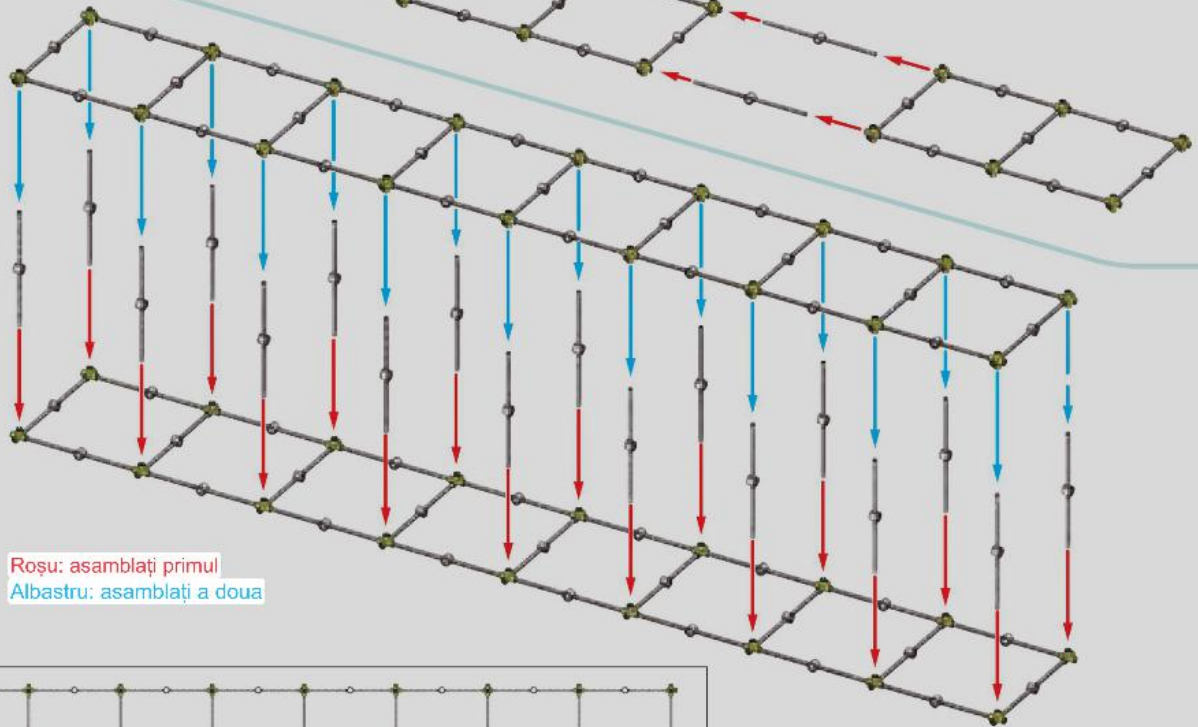


Roșu: asamblați primul
Albastru: asamblați a doua

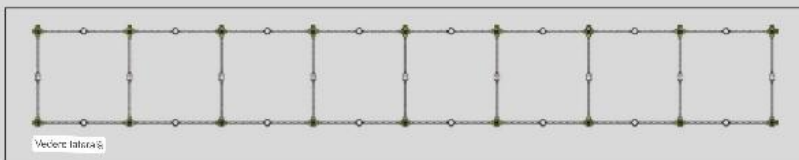
4



5

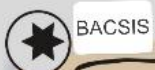
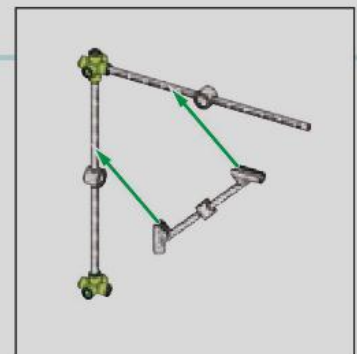
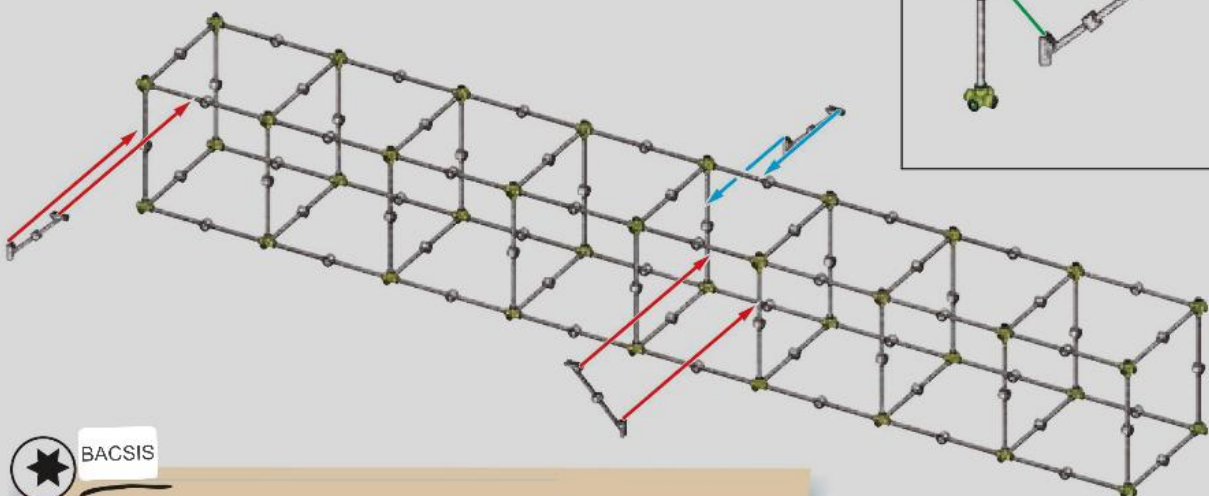


Roșu: asamblați primul
Albastru: asamblați a doua



Veceți lătara 8

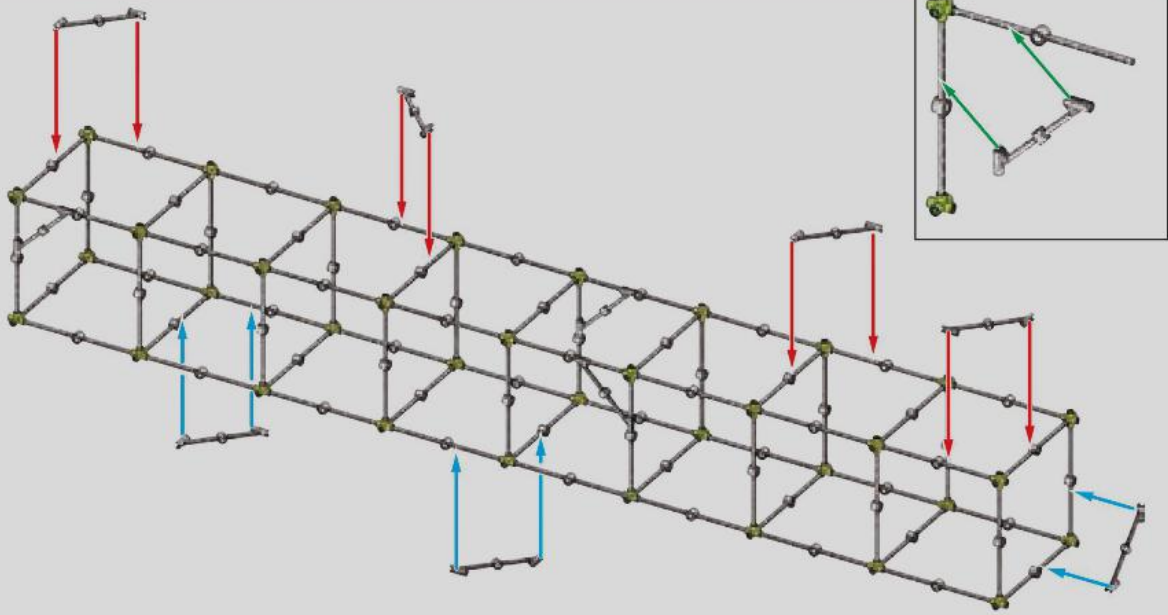
6



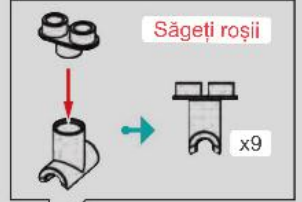
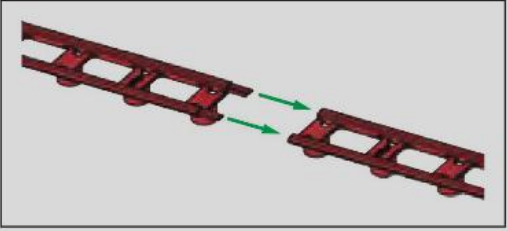
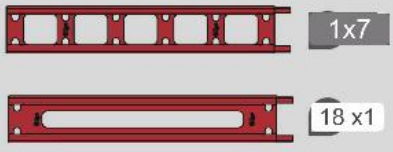
CA REGULĂ GENERALĂ, NU TREBUIE SĂ URMAȚI ASSEMBLAREA EXACT AȘA AȘA ARA. DACĂ MODELUL DVS. ESTE APROAP DE MODELUL ARĂTAT, EXPERIMENTUL VA FUNCȚIONA ÎNCĂ. CU ALTE CUVINTE, PUTEȚI IMPROVIZA PUȚIN CÂND CONSTRUIȚI MODELELE.



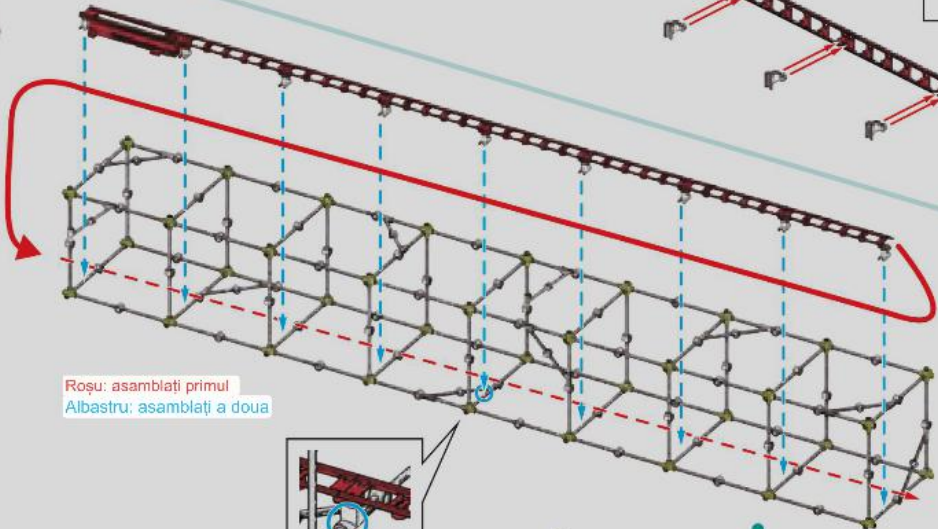
7



8



9



Roșu: asamblajul primul
Albastru: asamblajul a doua

Terminat!

Acum încercați experimentele de pe pagina următoare.

BACȘIS
PENTRU CEL MAI
MULTĂ STABILITATE
ÎN TIMPUL EXPERIMENTELOR
DVS., LICATEȚI!
GADRUL DE HOTEA!

Forța și distanța

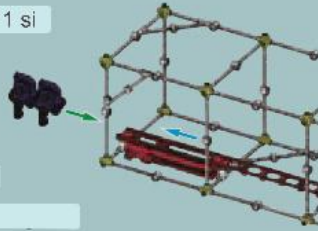
Cum afectează schimbarea forței de lansare cât de departe parcurge un tren de tip roller coaster?

Vei avea nevoie

Model pentru experimentele 1 și

2 - Tren asamblat

Întâmplător



1. După ce ai asamblat

modelul și trenul urmând

instrucțiunile din paginile anterioare, așezați

modelul pe podea cu spațiu liber în fața lui în care

poate fi lansat trenul. Glisați trenul pe șină, cu partea

din față îndreptată în față, astfel încât roțile

de jos să fie sub șină și roțile de sus să fie

deasupra șinei. Se va rostogoli lin.

2. Rotiți trenul pe lângă tija de lansare. Dacă trenul

nu trece cu ușurință de tija de lansare, se află

în direcția greșită. Scoateți trenul de pe șină,

rotiți-l și încărcați-l din nou pe șină.

3. Cu o mână, trageți înapoi bara compresorului cu arc pentru a

comprima arcul din interiorul lansatorului până la punctul de mijloc.

4. Ținând în continuare bara compresorului cu arc, rotiți trenul

înapoi până când declanșatorul de lansare a mașinii

întâlnește rezistența tijei de lansare.

5. Eliberați bara compresorului cu arc. Cât de departe a ajuns

călătoriu cu trenul?

6. Pune din nou trenul pe șină în fața lansatorului.

7. Acum trageți înapoi bara compresorului cu arc până când se fixează în

creștătura din dispozitivul de lansare și se blochează în poziție.

8. Cu degetul, aruncați trenul înapoi spre lansator.

Cât de departe a călătorit trenul de data asta?



CE SE ÎNTÂMPLĂ?

În interiorul lansatorului tău este un arc. Când sunt comprimate, arcurile stochează energia potențială elastică. Cu cât un arc este mai comprimat sau strivit, cu atât energia potențială elastică este stocată în primăvară. Când arcul comprimat din interiorul lansatorului este eliberat, acesta pune o forță asupra trenului, ceea ce face ca trenul să accelereze, cu alte cuvinte, să crească viteza de deplasare înainte.

Schimbarea masei

Cum afectează modificarea masei trenului cât de departe parcurge acesta?

Vei avea nevoie

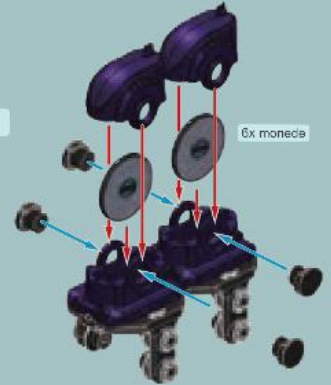
Model pentru experimentele 1 și

2 Tren asamblat

Instrument separator de

piese 6 Monede mari (de exemplu, sferturi)

Întâmplător



1. Glisați trenul pe șină.

2. Trageți înapoi bara compresorului cu arc până când se fixează în creștătura din dispozitivul de lansare.

3. Cu degetul, aruncați trenul înapoi, spre

lansator pentru a-l lansa. Cât de departe parcurge trenul?

4. Luați trenul de pe șină. Folosind separatorul de piese

instrument, scoateți știfturile pentru nasturi de pe părțile laterale ale ambelor huse auto, apoi scoateți husele mașinii.

5. Pune trei monede mari (de exemplu, sferturi) în fiecare

mașină. 6. Înlocuiți capacele mașinii și știfturile de la ambele mașini.

7. Lansați din nou trenul. Ce observi?



CE SE ÎNTÂMPLĂ?

Probabil ai observat că trenul mai ușor merge mai repede

și mai departe decât trenul mai greu. Accelerația

unui obiect depinde de două lucruri, forță și masă.

Conform celei de-a doua legi a lui Newton, accelerația

unui obiect este direct proporțională cu forța

netă și invers proporțională cu masa acestuia.

După cum ai văzut în experimentul 1, atunci când punei

o forță mai mare asupra unui obiect, acesta are o accelerație

mai mare. În timp ce, atunci când adăugați mai

multă masă unui obiect, ca în experimentul 2, acesta are

o accelerație mai mică.

Dacă efectuați aceste experimente de mai multe

ori, este posibil să vedeți rezultate ușor diferite. Există

multe variabile aici, inclusiv forța lansată de

lansator. Dacă loviți trenul spre lansator cu mai multă

forță, acesta va călători mai departe decât

dacă trenul cu o cantitate mică de forță. tu



VERIFICĂ



Iubesc roller
coasterele!



Legile lui Newton

În 1687, Isaac Newton a conturat aceste trei legi fundamentale care descriu

relația dintre mișcarea unui obiect și forțele care acționează asupra acestuia.

PRIMA LEGEA LUI NEWTON

UN OBIECT ÎN MIȘCARE RĂMÂNE ÎN MIȘCARE, ȘI UN OBIECT ÎN REPOS RĂMÂNE ÎN REPOS, DACĂ CAZĂ ACȚIONATE DE O FORȚĂ DEZECHILIBRATĂ.

Imaginați-vă că stați într-o mașină de tip roller coaster așteptând să înceapă călătoria. Deodată, coasterul se grăbește înainte. Ce simți? S-ar putea să simți că corpul tău este împins înapoi în perna scaunului. Dar nu există nicio forță care să te împingă înapoi. Deci ce se întâmplă? Conform primei legi a lui Newton, corpul tău are inerție – o tendință de a rezista oricărei schimbări în mișcare. Deoarece începe în repaus, corpul tău va rămâne în repaus până când este acționat de o forță. Scaunul din spatele tău împinge corpul înainte, astfel încât să te miști împreună cu mașina. În timp ce se simte ca și cum ai fi împins înapoi, de fapt este inerția pe care o simți!



A DOUA LEGEA LUI NEWTON

FORȚA NETĂ A UNUI OBIECT ESTE EGALĂ CU A SA MASS TIMES ACCELERAREA SA.

Ați văzut în experimentele 1 și 2 cum se aplică cea de-a doua lege a lui Newton la roller coasters. A doua lege a lui Newton este adesea scrisă ca:

$$F_{net} = ma$$

Dacă împărțiți ambele părți în masă, astfel încât accelerația este de la sine, obțineți:

$$a = \frac{F_{net}}{m}$$

Accelerația este direct proporțională cu forța netă (F_{net} este la numărător), deci dacă F_{net} crește, accelerația va crește și ea.

Accelerația este invers proporțională cu masa (m este la numitor), deci dacă masa crește, accelerația va scădea.

A TREIA LEGEA LUI NEWTON

TOATE FORȚELE VIN ÎN PERECHI. PENTRU FIECARE ACȚIUNE ESTE O REACȚIE EGALĂ ȘI OPUSĂ.

Pe măsură ce stai pe scaunul tău de tip roller coaster, corpul tău își aplică forța gravitațională, sau greutatea, pe scaun. Scaunul aplică o forță egală și opusă asupra corpului tău, care se numește forță normală.

Inginerii se bazează pe această lege pentru a trimite rachete în spațiu. Propulsoarele ard combustibil, ceea ce creează o forță descendentă asupra aerului de sub rachetă. Aerul oferă apoi o forță ascendentă asupra rachetei, împingând-o spre spațiu.

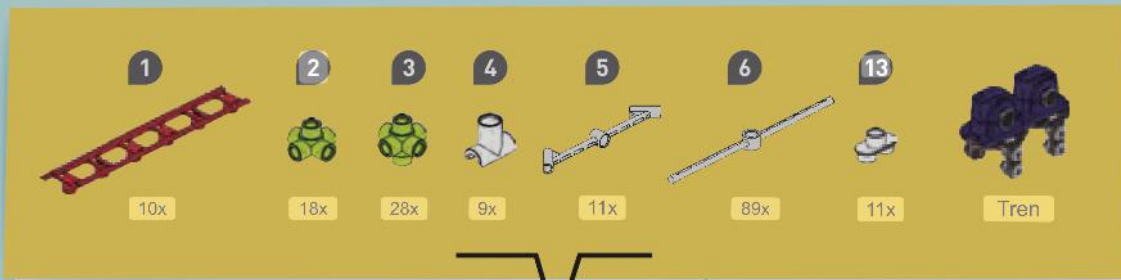


1

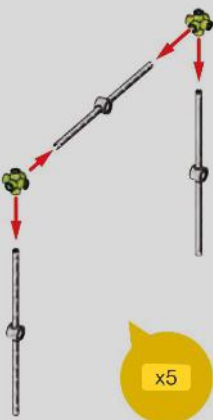
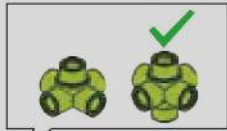


2

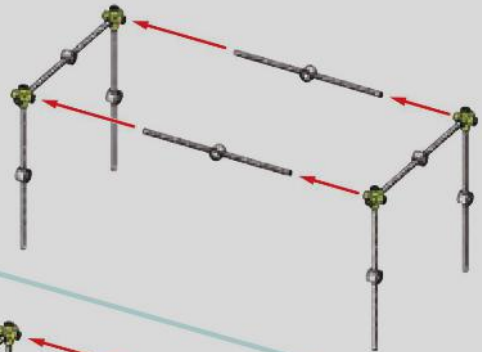




1



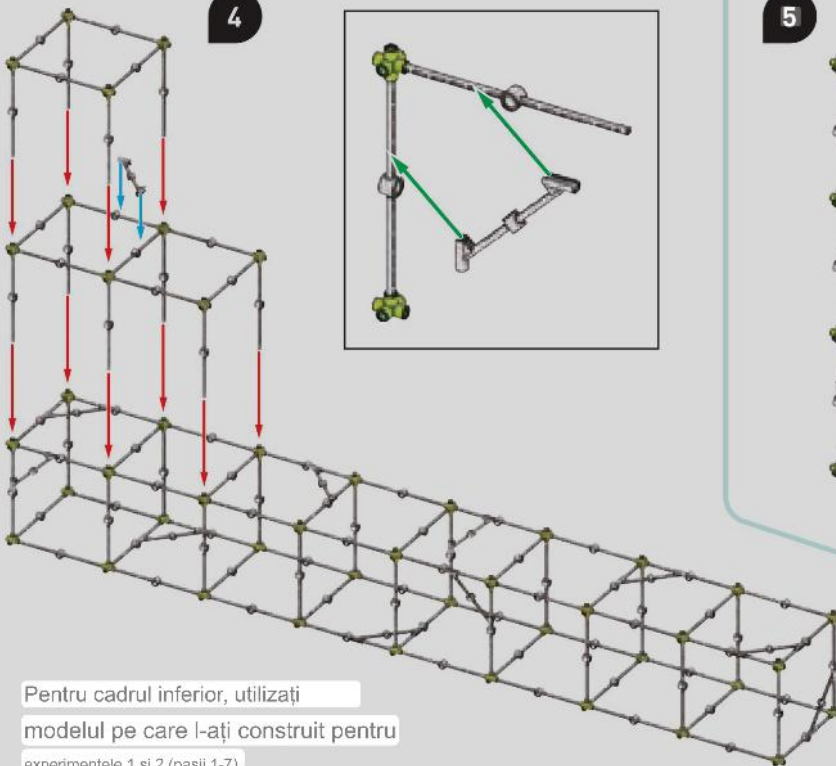
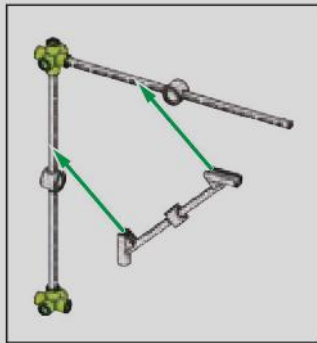
2



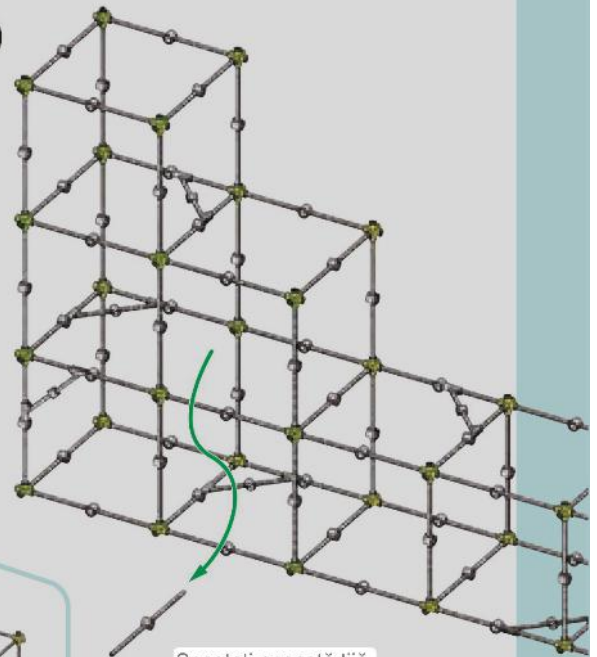
3



4



5



Scoateți această tijă.

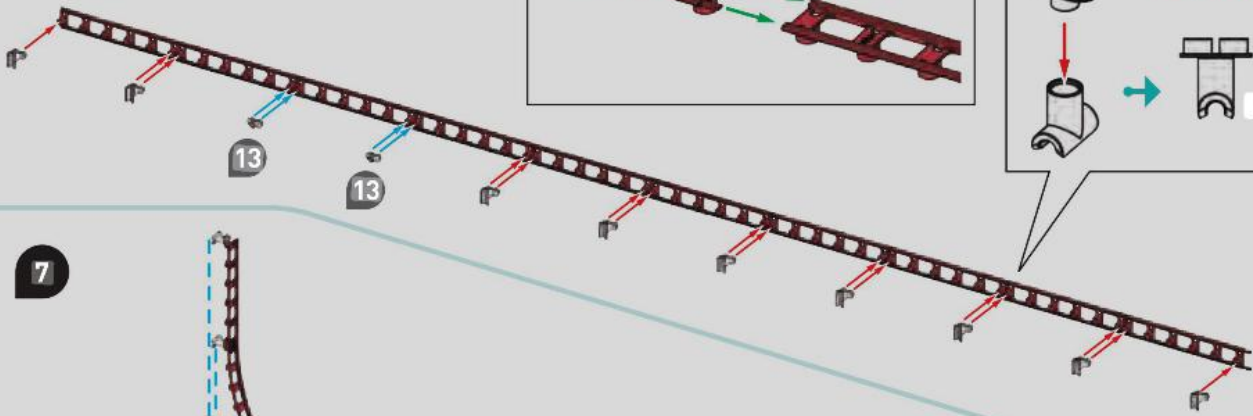
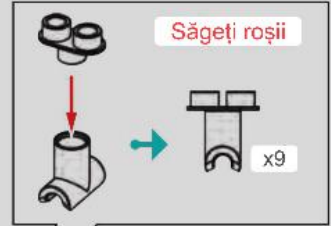
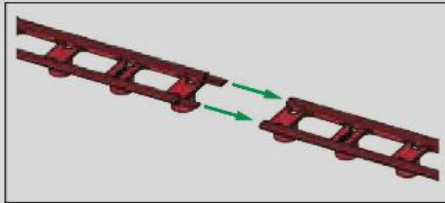
Pentru cadrul inferior, utilizați modelul pe care l-ați construit pentru experimentele 1 și 2 (pașii 1-7).



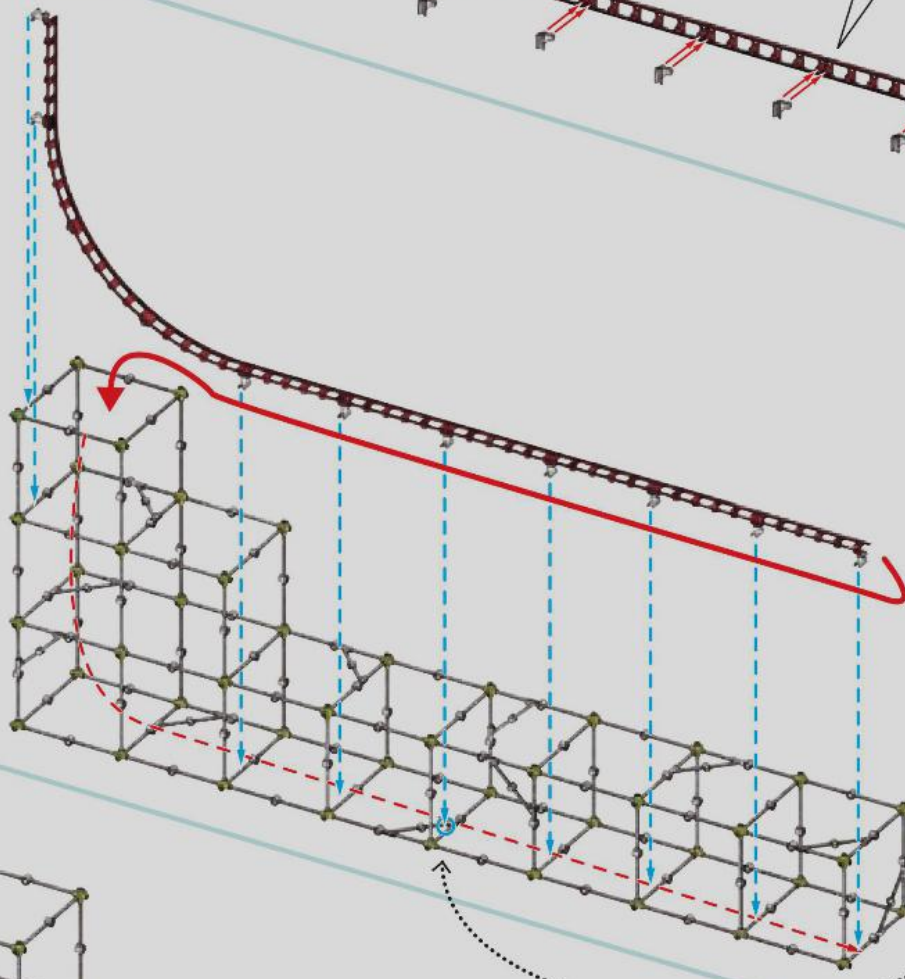
6



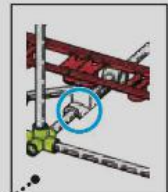
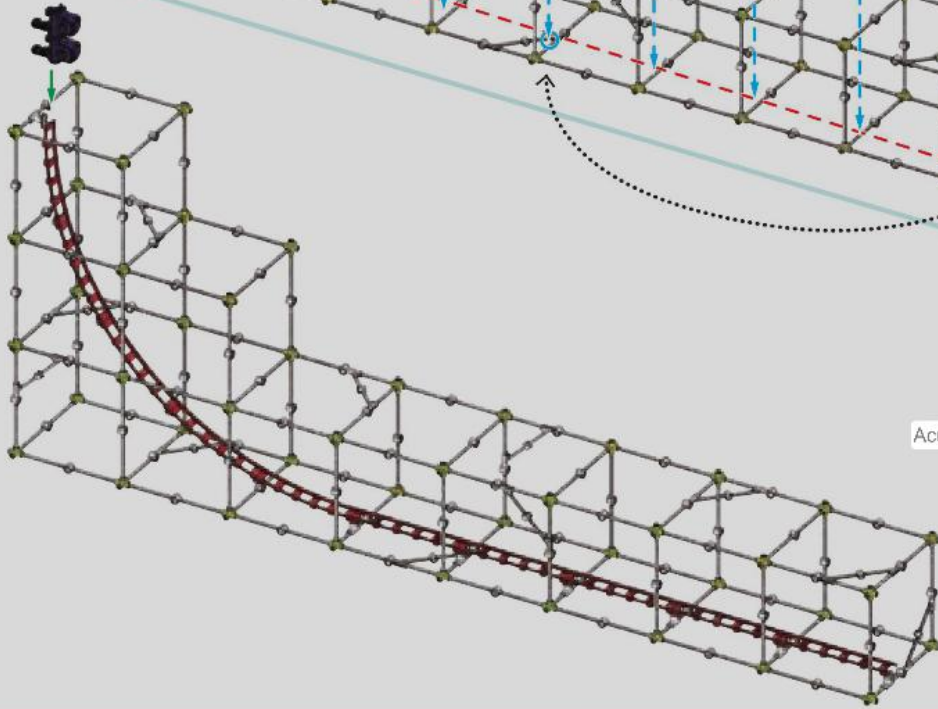
1x10



7



8



✓ Terminat!

Acum încercați experimentele de pe pagina următoare.

Schimbarea înălțimii

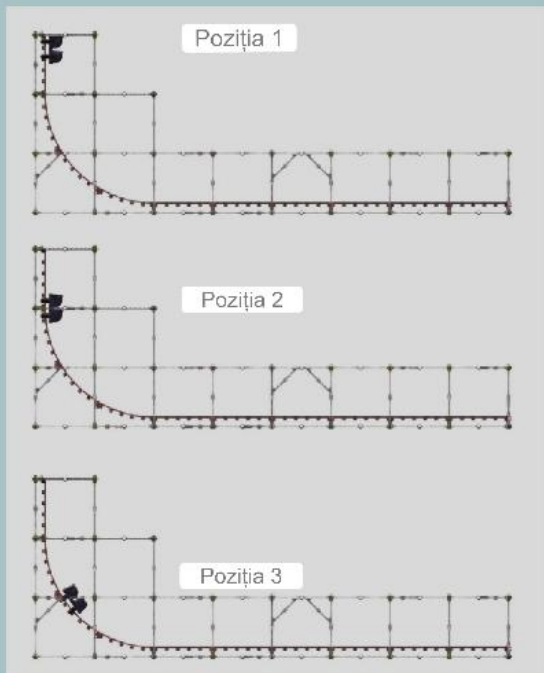
Cum afectează modificarea înălțimii de pornire viteza de trenul?

Vei avea nevoie

- Model pentru experimentele 3 și 4, inclusiv tren

lăță cum

1. Aduceți trenul în poziția 1 pe șină, așa cum se arată în diagrama de mai jos. Eliberați trenul pentru a rula pe șină. Cât de departe parcurge trenul?
2. Aduceți trenul în poziția 2 și eliberați. Cât de departe parcurge trenul în comparație cu când l-ai eliberat din poziția 1?
3. Aduceți trenul în poziția 3 și eliberați. Ce observați despre relația dintre înălțimea la care este eliberat trenul și distanța pe care o parcurge pe podea?

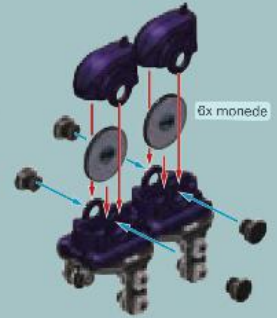


Masa și viteza

Cum afectează schimbarea masei viteza trenului?

Vei avea nevoie

- Model pentru experimentele 3 și 4, inclusiv tren
- Instrument separator de piese - 6 monede mari (de exemplu, sferturi)



lăță cum

1. Aduceți trenul în cea mai înaltă poziție de pe șină și eliberați-l. Cât de departe parcurge trenul?
2. Pune trei monede mari în fiecare mașină, așa cum ai făcut în Experimentul 2.
3. Aduceți trenul în cea mai înaltă poziție de pe șină și eliberați din nou. Cât de departe merge trenul în comparație până când era gol? Păstrați

monedele în interiorul mașinilor pentru următorul experiment.



CE SE ÎNTÂMPLĂ?

Energia potențială este direct proporțională cu masa, astfel încât trenul mai greu are mai multă energie potențială în vârful dealului și, prin urmare, mai multă energie cinetică (și viteză) în partea de jos a dealului. Datorită masei sale, trenul mai greu are, de asemenea, mai mult impuls, așa că va necesita mai multă forță pentru a-l opri. Singurele forțe care opresc trenul sunt frecarea dintre roți și șină și rezistența aerului, care este o altă formă de frecare. Deoarece aceste forțe de oprire sunt similare pentru toate trenurile, va dura mai mult timp pentru a opri un tren mai greu.



CE SE ÎNTÂMPLĂ?

Cu cât un obiect este mai sus de sol, cu atât are mai multă energie potențială gravitațională. Conform legii conservării energiei, energia nu poate fi creată sau distrusă. Pe măsură ce trenul se mișcă în jos, energia potențială din vârful dealului este convertită în energie cinetică. Cu cât pornește un tren mai sus, cu atât va avea mai multă energie cinetică - și prin urmare viteză - trenul va avea la baza dealului. Trenurile care se deplasează mai repede la baza dealului au mai mult impuls, ceea ce înseamnă că vor călători pe o distanță mai mare înainte de a se opri.



CADRU DE BAZĂ PENTRU EXPERIMENTE 5-8



2

18x

3

38x

5

12x

6

110x

1

x 10

2

x 2

3

x 2

4

Pentru cadrul inferior, utilizați modelul pe care l-ați construit pentru experimentele 1 și 2 (pașii 1-7).

x 2

✓ Cadru gata!

Acum atașați piesa și încercați experimentul de pe pagina următoare.

Momentul și înălțimea

Poate un tren cu mai mult impuls să urce până la un punct mai înalt?

Vei avea nevoie

- Piese din imaginea din dreapta, inclusiv cadrul de bază din pagina anterioară și trenul plin cu monede Instrument
- separator de piese

Iată cum

1. Completați modelul atașând șina

de cadru, așa cum se arată.

2. Aduceți trenul în cea mai înaltă poziție

de pe șină și apoi eliberați-l. La ce înălțime ajunge trenul de cealaltă parte a șinei?

3. Scoateți toate monedele din mașini.

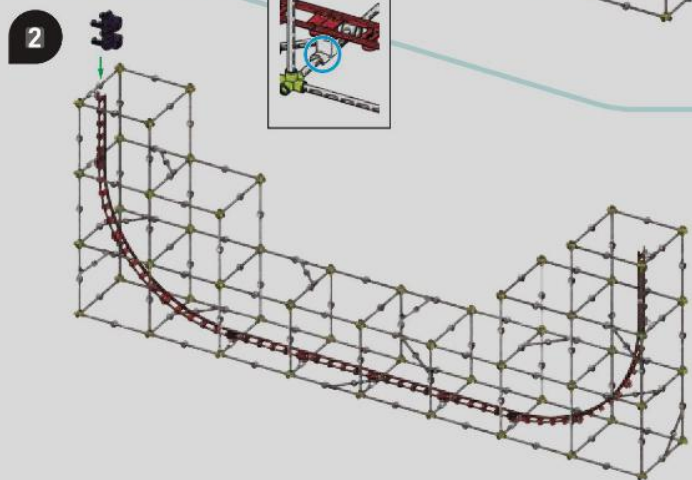
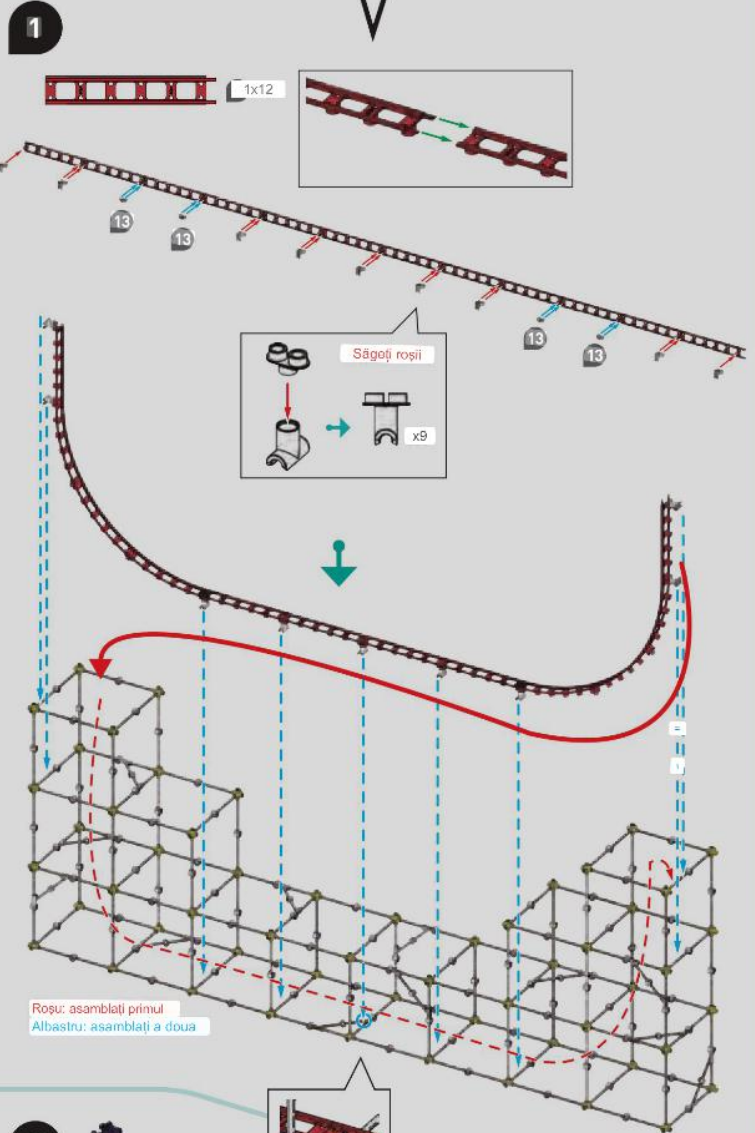
4. Aduceți din nou trenul în cea mai înaltă

poziție de pe șină și eliberați-l. La ce înălțime atinge trenul față de când era gol? Cum se compară acest rezultat cu ceea ce ați observat în experimentul 4?



CE SE ÎNTÂMPLĂ?

Indiferent de masa lor, toate trenurile ating aceeași înălțime de cealaltă parte a rampei. Ați văzut în experimentul 4 că un tren mai greu are mai multă energie potențială în partea de sus a rampei decât un tren mai ușor și, prin urmare, mai multă energie cinetică în partea de jos a rampei. Pe măsură ce un tren se ridică pe rampa de pe cealaltă parte, energia sa cinetică este convertită înapoi în energie potențială. Este nevoie de mai multă energie pentru a ridica trenuri cu mai multă masă. După cum se dovedește, masa nu face nicio diferență în acest experiment!





EXPERIMENTUL 6

Variante pantă

Cum afectează schimbarea pantei accelerația trenului?

Vei avea nevoie

- Piese din imaginea din dreapta

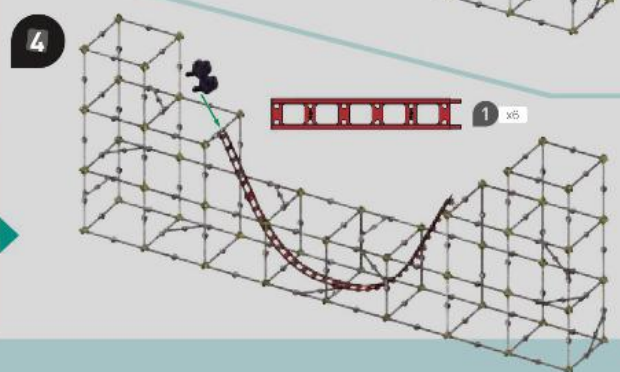
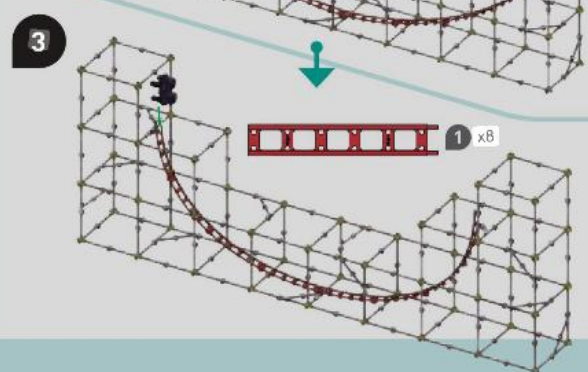
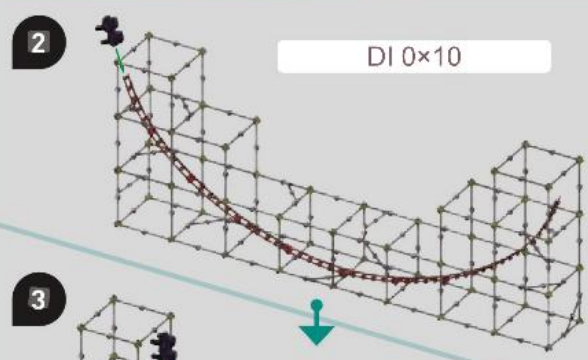
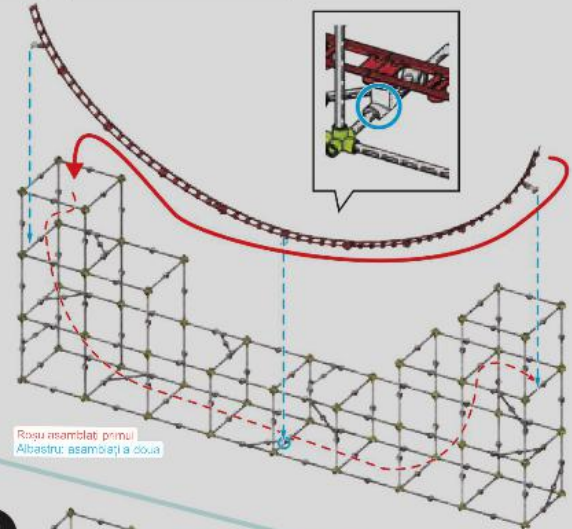
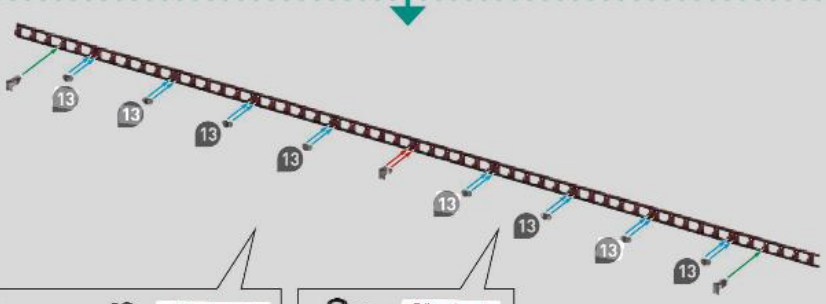
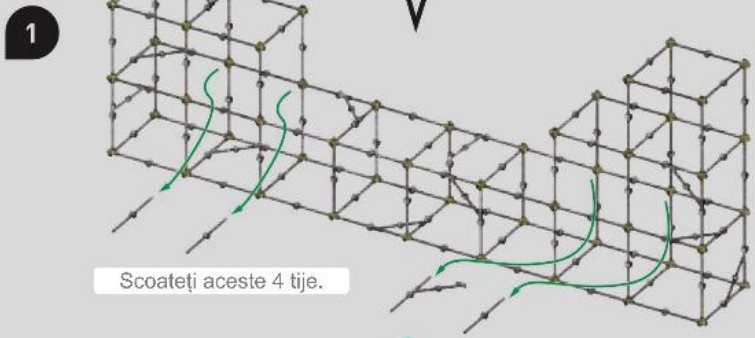
Iată cum

1. Completați modelul atașând șina de cadru, așa cum se arată.
2. Eliberați trenul din partea de sus a șinei. La ce înălțime ajunge trenul de cealaltă parte a șinei?
3. Scoateți două bucăți de șină și instalați șina cu o pantă mai abruptă, așa cum se arată aici. Testează trenul.
4. Scoateți încă două bucăți de șină și retestați. Ce observați despre înălțimile pe care le atinge trenul de fiecare dată?



CE SE ÎNTÂMPLĂ?

Energia potențială a trenurilor care pornesc de la aceeași înălțime va fi egală indiferent de panta șinei. Cu alte cuvinte, panta rampei nu afectează mișcarea trenului.



EXPERIMENTUL 7

Stabilitate

Cum influențează asigurarea căii de
cadru distanța parcursă de mașină?

lată cum

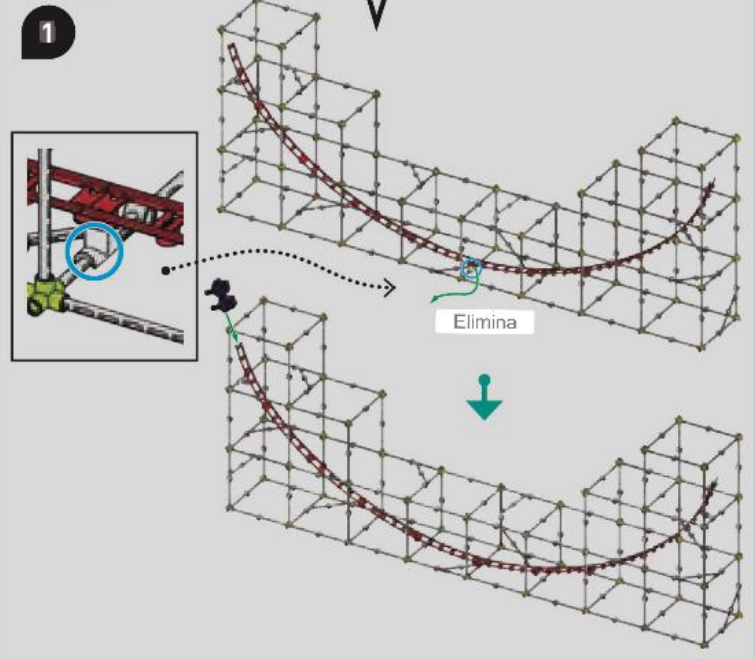
1. Reconstruiți modelul din experimentul 6, pasul 2 și repetați acest pas de experiment. Acum, scoateți cele două piese de susținere a șinei din partea de jos a șinei. Aduceți din nou trenul în vârful șinei și eliberați. Ce observi? Trenul a ajuns la fel de sus pe rampă ca atunci când șina era asigurată în partea de jos?



CE SE ÎNTÂMPLĂ?

Trenul de pe șina „floppy” va da mai multă energie șinei în sine, provocând mișcare în șină. Acest lucru fură energie din tren, așa că nu are atâta energie pentru a ajunge la rampa de pe cealaltă parte.

Inginerii petrec mult timp gândindu-se la modul de conectare a pieselor (cum ar fi șina și cadrul). Conexiunile slabe nu sunt doar enervante, ci pot fi periculoase. Șenile de tip roller coaster care nu sunt înșurubate corespunzător vor vibra excesiv și vor duce la uzura mai rapidă a pieselor și, posibil, la rupere.



Pe parcursul unei plimbări cu montagne russe, energia se schimbă de la energie potențială (PE) la energie cinetică (KE) și înapoi de mai multe ori.

Puteți folosi ecuații pentru a afla energia trenului la un anumit punct al călătoriei.

$$PE = mgh$$

m: masa

g: accelerație datorată gravitației pe Pământ ($9,8 \text{ m/s}^2$)

h: înălțime deasupra solului

$$KE = 1/2mv^2$$

v: viteză

Dacă toată energia este conservată și nu se pierde energie din cauza frecării, atunci suma energiei potențiale și cinetice în orice punct al pistei va rămâne constantă.

$$PE_{\text{start}} + KE_{\text{start}} = PE_{\text{finish}} + KE_{\text{finish}}$$

Cu toate acestea, după cum vedeți în experimentul 8, toată energia nu este conservată.

Unele sunt disipate sau cheltuite - din cauza frecării. O ecuație mai precisă ar fi:

$$PE_{\text{start}} + KE_{\text{start}} = PE_{\text{finish}} + KE_{\text{finish}} + E_{\text{dissipated}}$$

EXPERIMENTUL 8

Energie conservată

Toată energia este într-adevăr conservată?

lată cum

1. Folosiți modelul din experimentul 6, pasul 2. Aduceți trenul în vârful șinei și eliberați trenul fără a-l împinge. Trenul ajunge până în vârful celuilalt deal? Acum, aduceți trenul înapoi în poziția de pornire și împingeți trenul în jos pe deal. Poți să dai trenului suficientă energie suplimentară cu apăsarea ta pentru a ajunge în vârful rampei de cealaltă parte?



CE SE ÎNTÂMPLĂ?

Teoretic, dacă toată energia ar fi de fapt conservată, toată energia potențială a trenului ar fi convertită în energie cinetică și apoi înapoi în energie potențială, iar trenul ar ajunge în vârful celuilalt deal. Trenul nu ajunge în vârful celuilalt deal pentru că, în realitate, puțină energie se „pierde” din cauza frecării. Dacă împingeți trenul cu succes atât de cât să se oprească în vârful celuilalt deal, într-un fel ați înlocuit cantitatea exactă de energie care se pierde prin frecare pe parcursul călătoriei trenului.

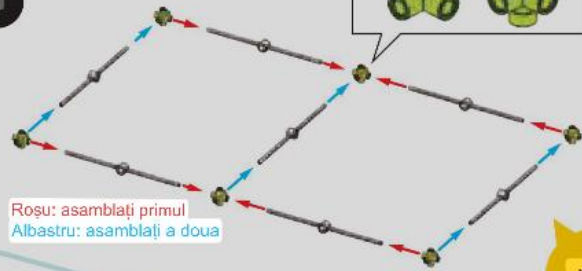


CADRU DE BAZĂ PENTRU EXPERIMENTE 9-13



2	3	5	6
18x	36x	13x	111x

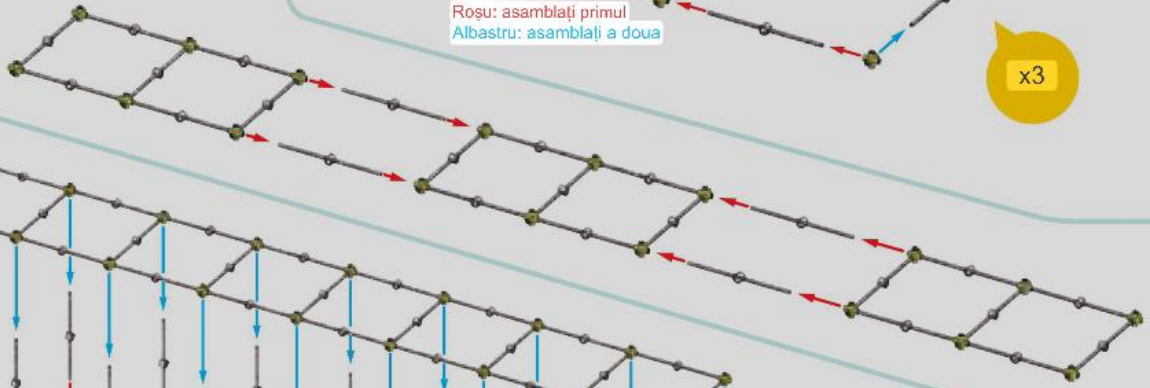
1



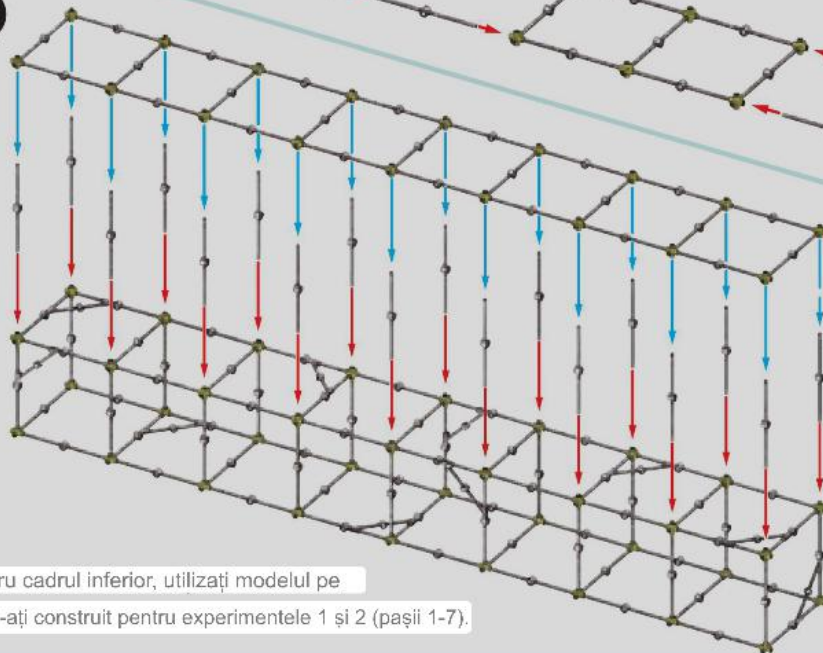
Roșu: asamblați primul
Albastru: asamblați a doua

x3

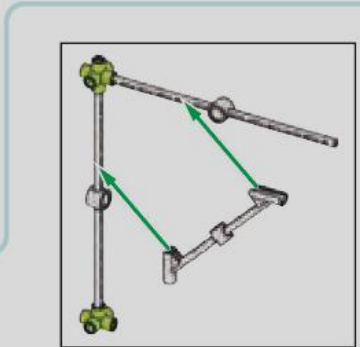
2



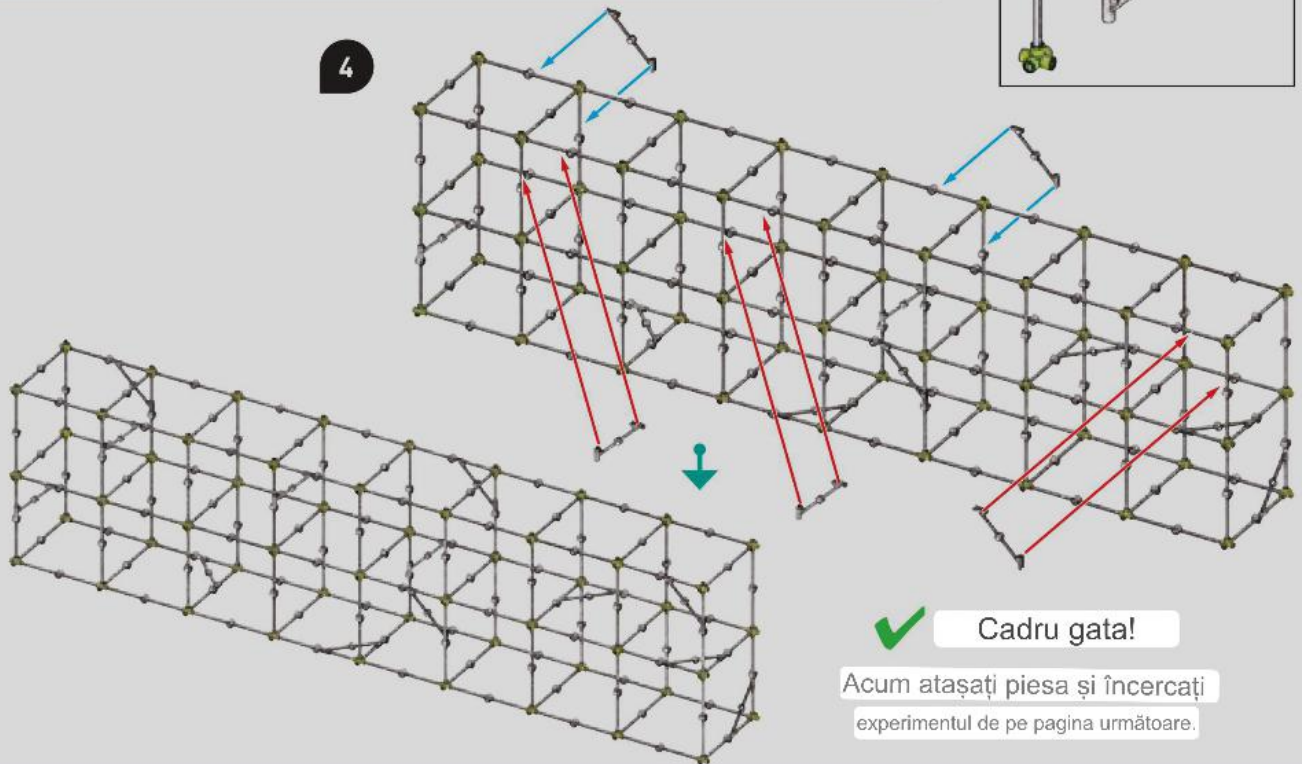
3



Pentru cadrul inferior, utilizați modelul pe care l-ați construit pentru experimentele 1 și 2 (pașii 1-7).



4



✓ Cadru gata!

Acum atașați piesa și încercați experimentul de pe pagina următoare.

Faceți bucla în buclă

De la ce înălțime trebuie să scăpați trenul, astfel încât să ajungă în jurul buclei verticale?

Vei avea nevoie

Piese din imaginea din dreapta

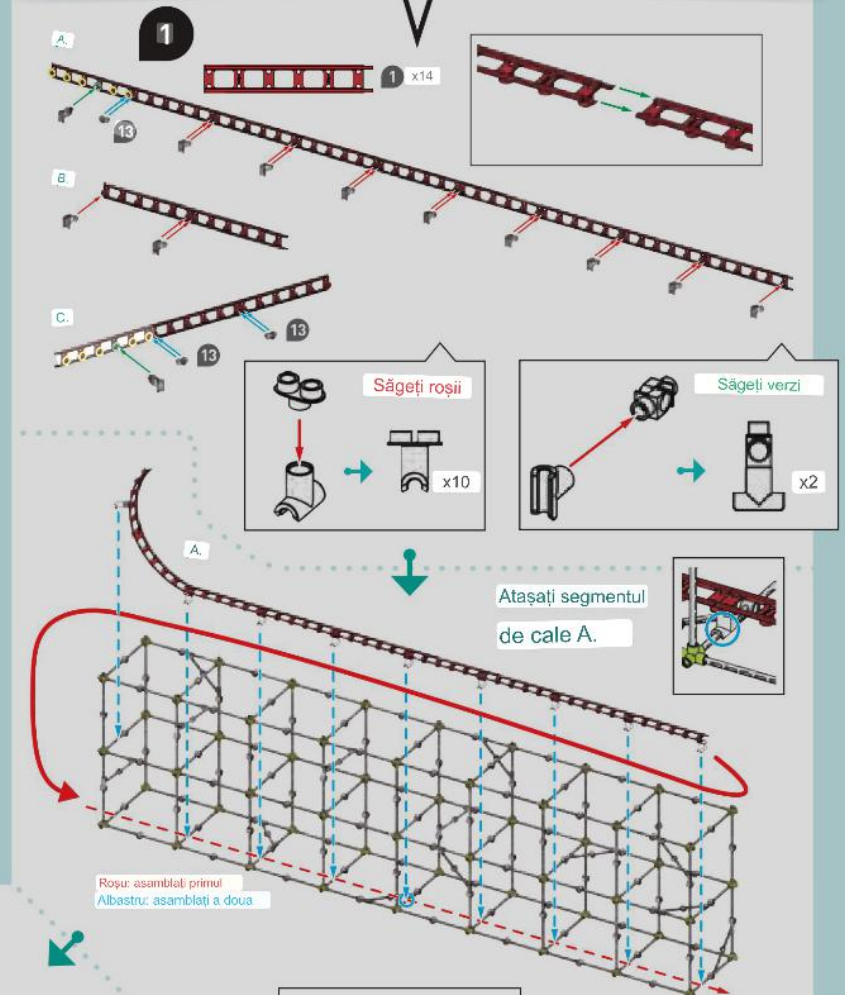
Uită cum

1. Completați modelul atașând șina de cadru, așa cum se arată și înclinând-o în poziție verticală.
2. Eliberați trenul de la diferite înălțimi până când găsiți înălțimea minimă de la care trenul completează cu succes bucla.

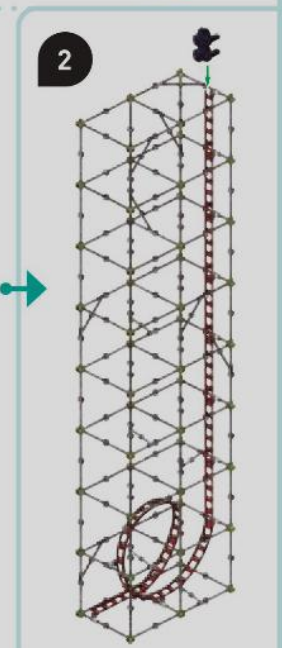
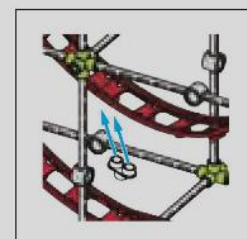
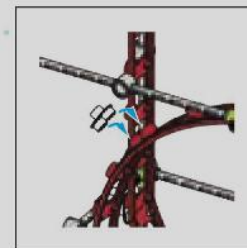
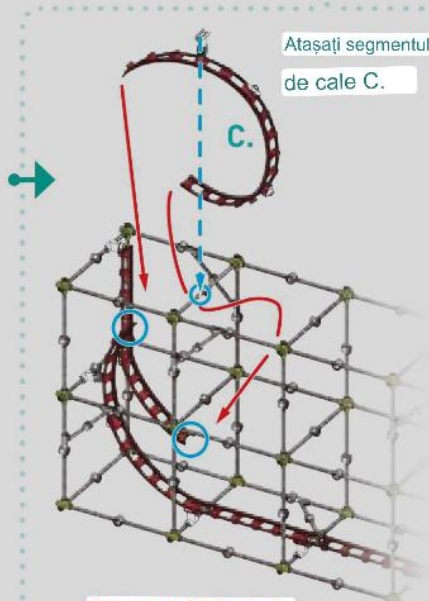
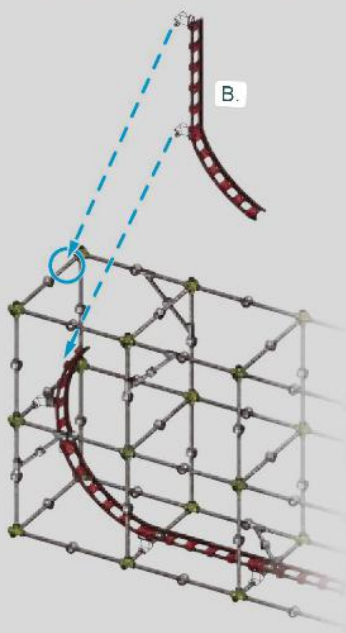


CE SE ÎNTÂMPLĂ?

Tocmai ați găsit viteza minimă necesară pentru ca trenul să parcurgă bucla verticală. Aceasta este viteza necesară pentru a vă asigura că trenul se poate continua să se miște într-un cerc chiar în partea de sus a buclei. Mergeți la pagina următoare pentru mai multe informații despre fizica forțelor g în bucle verticale.



Atașați segmentul de cale B.





VERIFICĂ

Forțele G

Când zburai în jurul unui roller coaster și simți că stomacul vă pluteste spre gât sau ca și cum ați fi strivit în scaun de o greutate uriașă, vă confrunțați cu forțele G. Ce se întâmplă? Sunteți aruncați în jur de forțe care sunt chiar mai mari decât gravitația Pământului. Inginerii vorbesc despre forțe cu măsurători numite forțe g. Un „g” este egal cu cantitatea pe care gravitația pământului o trage asupra corpului sau o accelerație de $9,8 \text{ m/s}^2$. Forțele provoacă accelerații (vezi a doua lege a lui Newton la pagina 9), așa că poți măsura forța măsurând accelerația.

În acest moment, dacă stai nemișcat pe pământ, experimentezi o forță g de 1 g. Asta pentru că pământul te împinge în sus cu exact cantitatea de forță cu care gravitația Pământului te trage în jos. În mod ciudat, forțele g măsoară toate forțele, cu excepția gravitației care acționează asupra unui obiect. Deci, dacă cădeți liber în vid (înseamnă că nu există rezistență la aer și doar gravitația acționează asupra dvs.), aveți 0 g. Când experimentezi o forță g mai mare de 1, te simți mai greu, ca și cum ceva te împinge în jos, în timp ce, atunci când experimentezi o forță g mai aproape de 0, vei avea senzația de imponderabilitate.

EXEMPLE DE FORȚE G

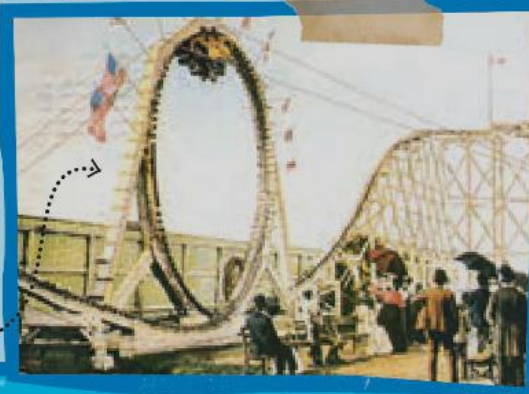
OG	CĂDERE LIBERĂ ÎN SPAȚIU
1 G	STARE PE SOL
5 G	CE SE POATE MANUIA UN OM MEDIU
6,3 G	CEA MAI MARE G-FORCE PE ROLLER COASTER AZI (TURNUL TERORII DIN JOHANNESBURG AFRICA DE SUD)
12 G	G-FORCE ON RIDERS PE BUCLĂ VERTICALĂ LA COEY ISLAND'S FLIP FLAP RAILWAY, CONSTRUITĂ ÎN 1898 (ÎNCHISĂ ÎN 1901).

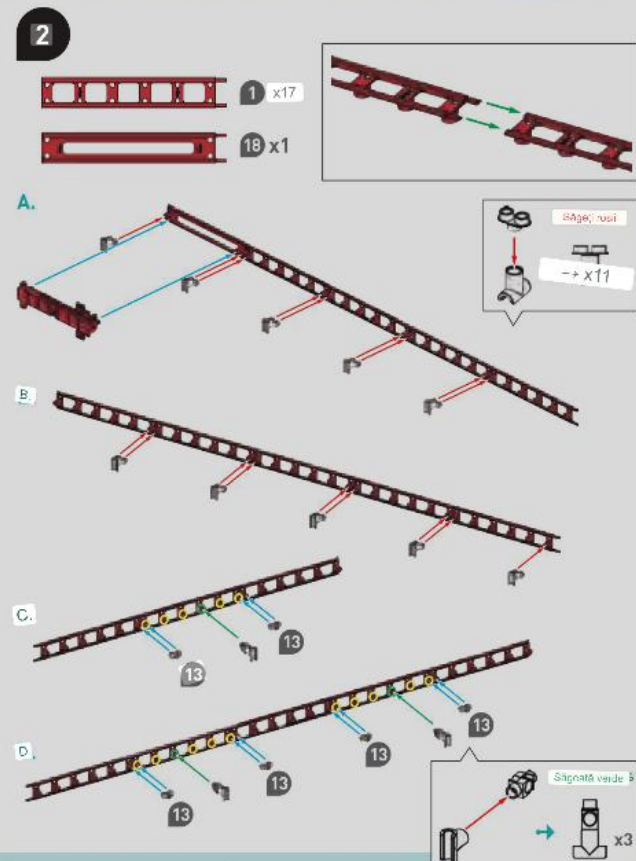
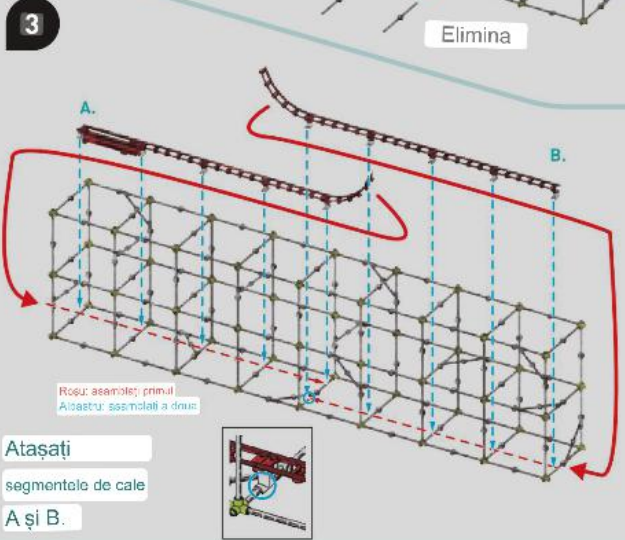
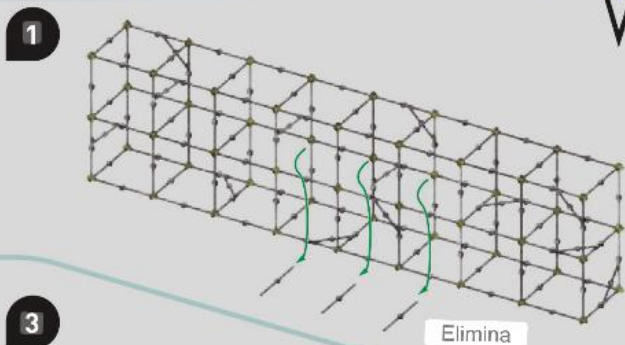
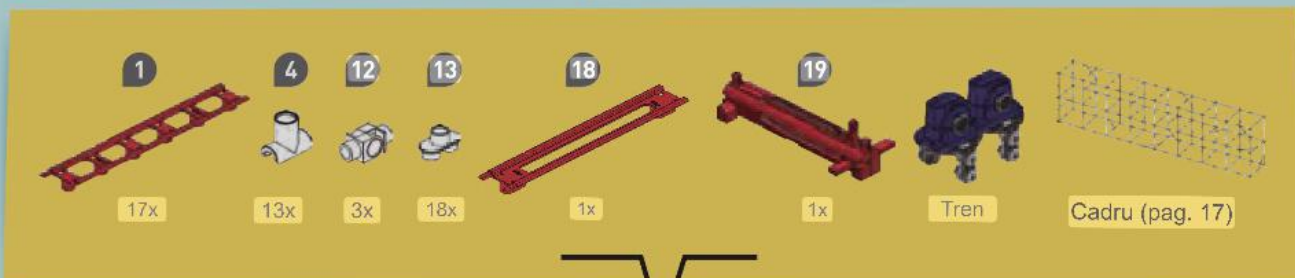


Buclele verticale sunt proiectate în formă de lacrimi cu susul în jos pentru a reduce forțele g experimentate de călători.

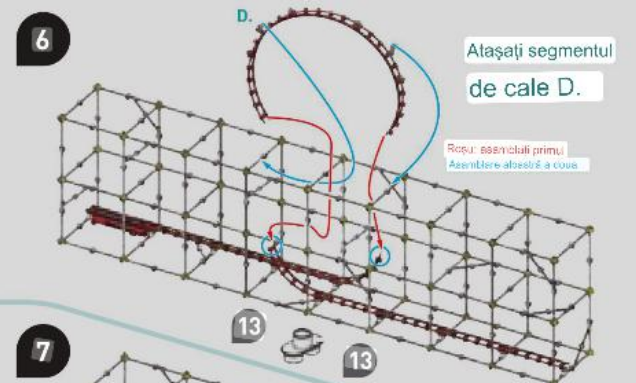
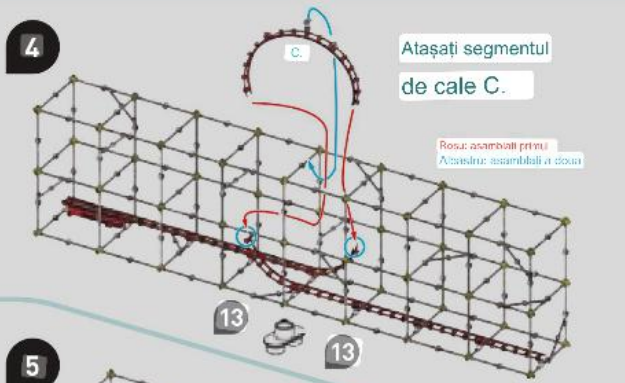
Inginerii trebuie să se gândească mult la forțele G atunci când proiectează roller coaster, deoarece forțele G mari pot fi periculoase pentru oameni. Unul dintre cele mai mari locuri în care cicliștii experimentează modificări ale forțelor g este bucla verticală, cunoscută și sub denumirea de loop-the-loop sau loop-de-loop. Pentru ca trenul să se deplaseze în buclă, trebuie să existe o forță care împinge spre centrul cercului, numită forță centripetă - altfel trenul ar continua să se miște în linie dreaptă (vezi prima lege a lui Newton la pagina 9). Pe măsură ce un tren de tip roller coaster se ridică într-o buclă, șina furnizează forța centripetă, împingând trenul în sus pentru a-l face să se miște într-un cerc. După cum veți vedea în experimentul 12, forța g este maximă la baza buclei.

Inginerii pot reduce numărul de g-uri experimentate de călători la baza buclelor prin proiectarea buclelor clotoide în loc de bucle circulare. Dacă raza curbei este mai mare la bază, atunci accelerația centripetă necesară - și astfel forțele g - va fi mai mică.





Reporniți de la pasul 3.





EXPERIMENTUL 10

Viteza și bucla

Cum afectează schimbarea vitezei trenului dacă aceasta face în jurul buclei complete?

Vei avea nevoie

- Model cu buclă mică de pe pagina anterioară

lată cum

1. Trageți înapoi bara compresorului cu arc până la mijloc, apoi rotiți trenul înapoi până când declanșatorul de lansare a mașinii întâlnește rezistența tijei de lansare.

2. Eliberați compresorul arcului. Trenul face în jurul buclei?

3. Pune trenul pe șină în fața lansatorului. Trageți bara compresorului cu arc înapoi până când se fixează în creștătura din lansator. Cu degetul, aruncați trenul înapoi spre lansator. Trenul ajunge de data asta? CE



SE ÎNTÂMPLĂ?

La fel ca în experimentul 9, vezi că un tren are nevoie de suficientă viteză pentru a face în jurul buclei.

EXPERIMENTUL 11

O buclă mai mare

Schimbarea înălțimii buclei afectează dacă trenul face în jurul buclei?

Vei avea nevoie

- Model cu buclă mare de pe pagina anterioară

lată cum

1. Repetați pasul 3 al experimentului 10 de mai sus, dar folosind modelul cu bucla mai mare. Trenul face în jurul buclei de data asta?



CE SE ÎNTÂMPLĂ?

Trenul, probabil, nu a trecut prin bucla mai mare. Pe măsură ce trenul se ridică în buclă, câștigă energie potențială și pierde energie cinetică. Pentru ca un tren să facă în jurul buclei, are nevoie de suficientă energie cinetică la începutul lansării pentru a se potrivi cel puțin cu energia potențială pe care o are trenul în punctul cel mai înalt al buclei. Cu cât bucla este mai mare, cu atât este necesară mai multă energie cinetică și, prin urmare, viteză.

EXPERIMENTUL 12

Forma buclei

Ce formă a buclei este cea mai eficientă?

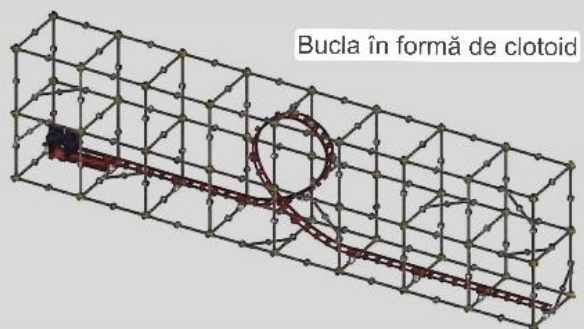
Vei avea nevoie

- Diverse modele de buclă, inclusiv cel din imaginea de mai jos

lată cum

1. Comparați și comparați performanța trenului în bucla

mică, bucla mare și bucla în formă de clotoid (imaginea de mai jos). De asemenea, puteți încerca propriile modele de buclă. Ce formă a buclei este cea mai eficientă?

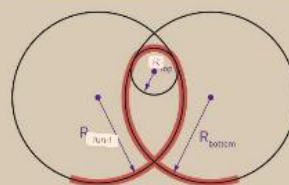


Bucla în formă de clotoid



CE SE ÎNTÂMPLĂ?

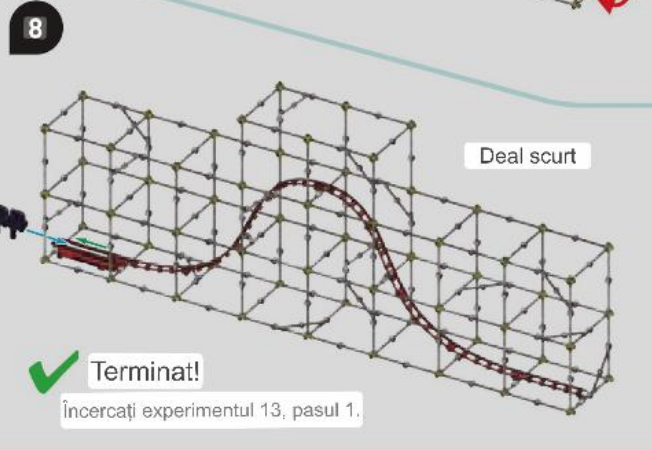
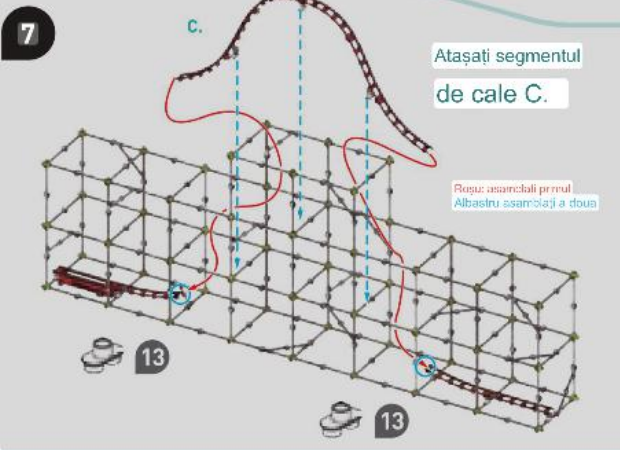
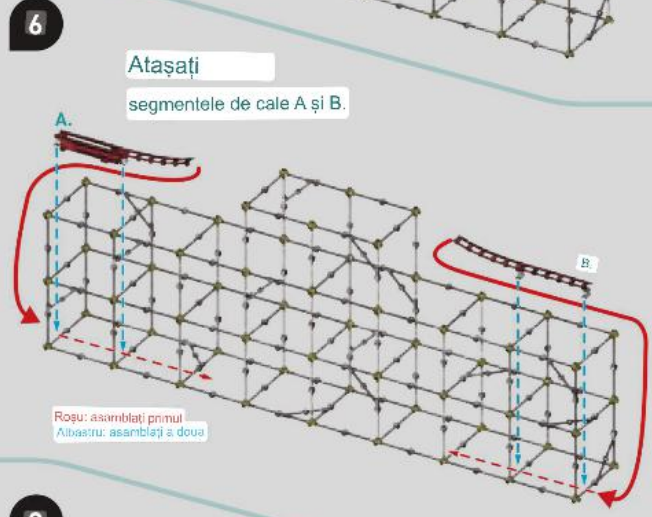
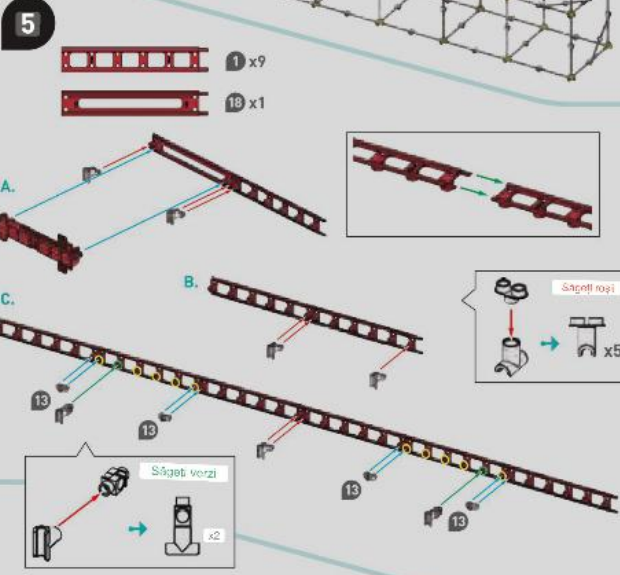
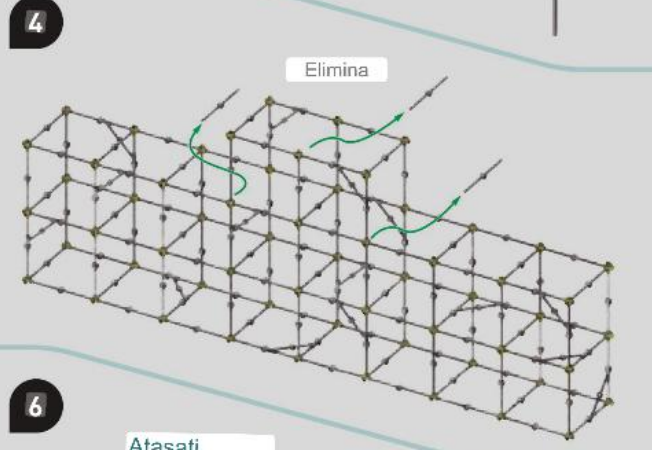
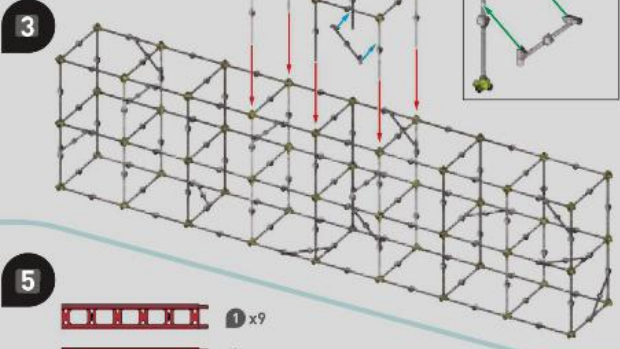
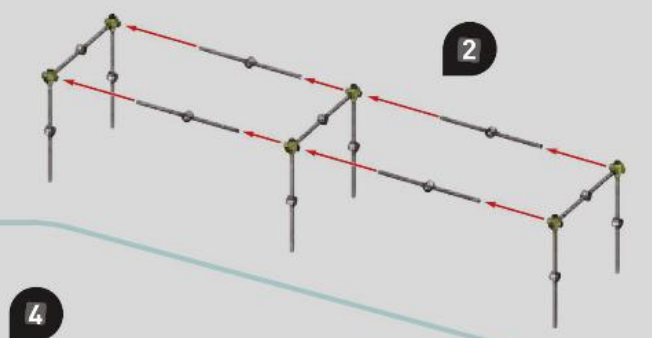
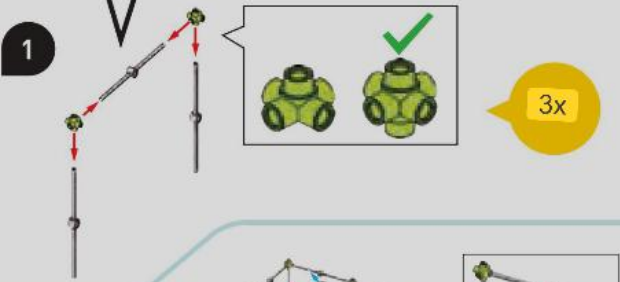
S-ar putea să fi observat că trenul iese din bucla în formă de clotoid cu mai multă viteză decât bucla în formă circulară. O formă clotoidă - care arată ca o lacrimă cu susul în jos este cea mai eficientă formă pentru o buclă verticală. Când schimbați forma buclei, variați raza cercurilor imaginare din partea de sus și de jos a buclei. Aceasta modifică cantitatea de forță centripetă necesară pentru a menține trenul în mișcare într-o buclă, deoarece forța centripetă este invers proporțională cu raza unei curbe ($a = v^2/r$).



Bucla clotoidă...

Raza din partea de jos a buclei clotoide (R_{bottom}) este mult mai mare decât raza din partea de sus a buclei clotoidei (R_{top}).

Când un tren de tip roller coaster intră pentru prima dată în buclă, gravitația trage în jos, departe de centrul cercului și, astfel, opus direcției de accelerație centripetă. Prin urmare, forța normală de la pistă trebuie să lucreze de două ori mai mult pentru a menține coasterul în mișcare în buclă. Dacă raza curbei este mai mare, atunci accelerația centripetă necesară va fi mai mică. Trenurile nu trebuie să călătorească la fel de repede pentru a ajunge în jurul unei bucle clotoide.





EXPERIMENTUL 13

Urcând pe dealuri

Care este cel mai înalt deal pe care îl poate trece trenul?

Vei avea nevoie

- 3 modele Hill de pe pagina anterioară și de mai jos

Întărește

1. Lansați trenul peste dealul mic. Trenul trece peste deal? Cât de repede se mișcă pe cealaltă parte a dealului?
2. Reconfigurați pista cu zece piese de cale în loc de nouă. Lansați din nou trenul. Trenul trece peste deal de data asta? Și dacă da, cât de ușor? (Notă: s-ar putea să fie nevoie să adăugați sau să eliminați câteva tije din cadru pentru a acomoda noua șină.)
3. Acum construiește cel mai înalt deal folosind 11 piese de cale. Lansați din nou trenul. Ce se întâmplă de data asta?



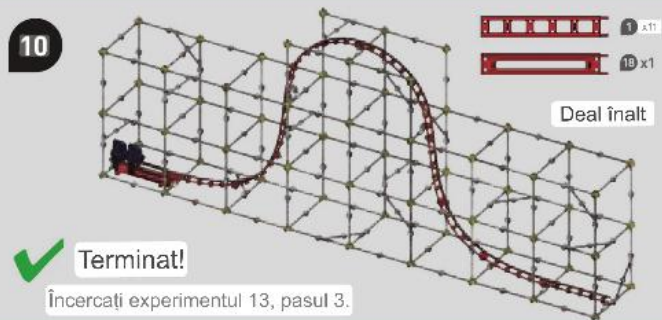
CE SE ÎNTÂMPLĂ?

Spre deosebire de experimentele 3-9, în care trenul începe cu energie potențială gravitațională, aici porniți trenul de la sol. Deci, de unde obține trenul energia de care are nevoie pentru a urca pe deal? Energia provine din energia potențială elastică care este stocată în primăvara lansatorului. Când comprimați un arc pe o anumită distanță, acesta câștigă energie potențială. Când lansatorul este eliberat și lăsat să revină la forma sa de pornire, arcul exercită o forță asupra trenului.



Terminat!

Încearcați experimentul 13, pasul 2.



Terminat!

Încearcați experimentul 13, pasul 3.

EXPERIMENTUL 14

Calcularea vitezei

Calculați viteza medie a trenului.

Vei avea nevoie

- Model din poza de mai jos
- Bandă de măsurat, calculator, cronometru

Întărește

1. Conectați 12 bucăți de șină (inclusiv șina de lansare) și măsurați lungimea pistei cu o bandă de măsurare. Care este lungimea pistei? ($d = \dots$)
2. Asamblați modelul din imaginea de mai jos, cu cele 12 piese de șină într-un oval și cu trenul pe șină.
3. Porniți un cronometru în timp ce deplasați trenul cu degetul. Folosiți suficientă forță pentru ca trenul să ocolească șina.
4. Opriti cronometrul când trenul revine la poziția de pornire. Câte secunde i-a luat trenului pentru a ocoli șina? ($t = \dots$)
5. Calculați viteza medie a trenului împărțind lungimea liniei la timpul necesar trenului pentru a-și finaliza călătoria. (viteza medie, $v = d/t$)



CE SE ÎNTÂMPLĂ?

Viteza poate fi considerată ca fiind viteza cu care un obiect acoperă o anumită distanță. Cu toate acestea, poziția inițială a trenului pe șină este aceeași cu poziția sa finală, astfel încât schimbarea de poziție sau deplasare a trenului - este zero. În timp ce viteza se găsește împărțind distanța la timp, viteza se găsește împărțind deplasarea la timp. Deci viteza medie a trenului în timpul său călătorie este zero!



Efectul frecării

Ce încetinește trenul?

Vei avea nevoie

- Model din experimentul 14
- Calculator, cronometru, bandă adezivă

Îată cum

1. Atașați lansatorul la pista de lansare.
2. Lansați trenul. Observa.
3. Acum creați o „zonă de frână” prin plasarea bandă adezivă pe șinele unei secunde de șină.
4. Lansați din nou trenul. Care este efectul plasării benzii pe pistă? Ce se întâmplă dacă adăugați și mai multă bandă pe pistă?



CE SE ÎNTÂMPLĂ?

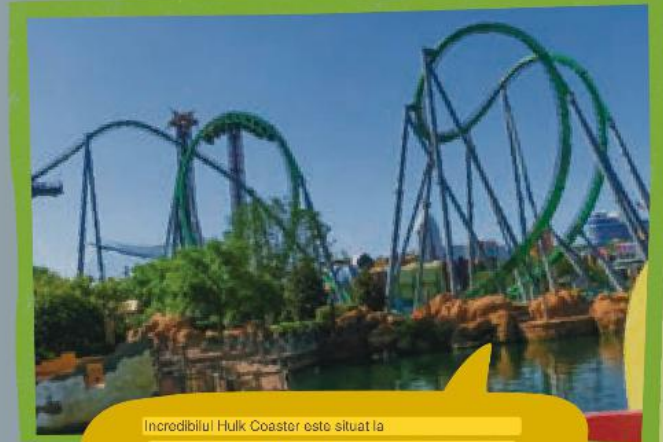
Adăugând bandă, creșteți cantitatea de frecare dintre suprafața șinei și roțile trenului. Gândește-te înapoi la prima lege a lui Newton. Un tren în mișcare va rămâne în mișcare, cu excepția cazului în care o forță dezechilibrată acționează asupra lui. Forța dezechilibrată care oprește un tren cu roller coaster este frecarea. Dacă nu ar exista frecare, atunci trenul ar continua să meargă pentru totdeauna!

Frecarea este forța dintre suprafețele care alunecă sau încearcă să alunecă una peste alta. Frecarea se opune întotdeauna mișcării. Dacă încercați să glisați un scaun departe de dvs. pe podea, există frecare între partea de jos a scaunului și podea și este îndreptată spre dvs.

Forța de frecare este determinată de forța normală și de coeficientul de frecare, care variază pentru diferite materiale. Acesta este motivul pentru care este mai ușor să aluneci pe podea purtând șosetele, comparativ cu purtarea adidașilor. (Țesătura din majoritatea șosetelor are un coeficient de frecare mai mic decât compozitul cauciucat de pe fundul majorității pantofilor de sport).

Suprafața benzii are un coeficient de frecare mai mare decât suprafața șinei de plastic. Prin creșterea forței de frecare, ați încetinit trenul mai eficient.

ÎNCET



Incredibilul Hulk Coaster este situat la Universal's Islands of Adventure din Orlando, FL. Călăreții merg cu susul în jos de șapte ori și ating o viteză maximă de 67 de mile pe oră în timpul călătoriei.



Donnelly Williams și o echipă de ingineri au finalizat o actualizare a sistemului de control al Hulk Coaster în 2016. Îată-l pe site în 2016.

Pași pentru a construi un Roller Coaster

ETAPA	DURATĂ
Fază de proiectare	3-5 luni
Cumpărați piese; fabricați și asamblați piese în magazin (achiziții și fabricare)	5-8 luni
Testare din fabrică	1-3 luni
Montarea structurii de tip roller coaster la fața locului	8-10 luni
Sisteme mecanice: construirea șantierului și punerea în funcțiune	3-5 luni
Sisteme de control electric: construirea șantierului și punerea în funcțiune	3-5 luni
Testarea finală	1-2 luni



ACEASTA ESTE MODELUL BIS ROLLER
COASTER PREZENTAT PE FATA CUTIEI!

1	2	3	4	5	6	12	13	18	19	Tren
20x	15x	38x	10x	2x	114x	1x	21x	1x	1x	

1

Vedere laterală

2

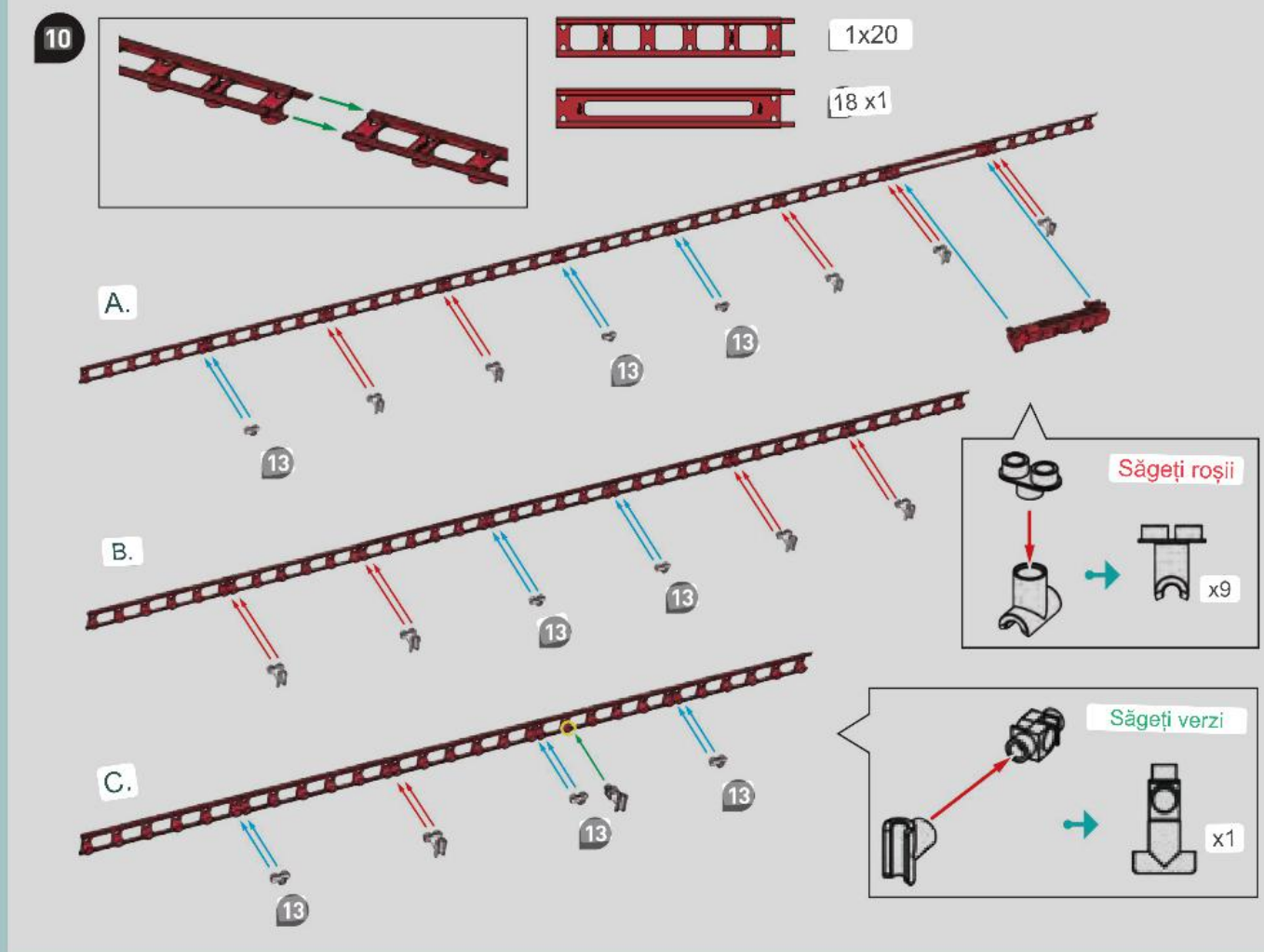
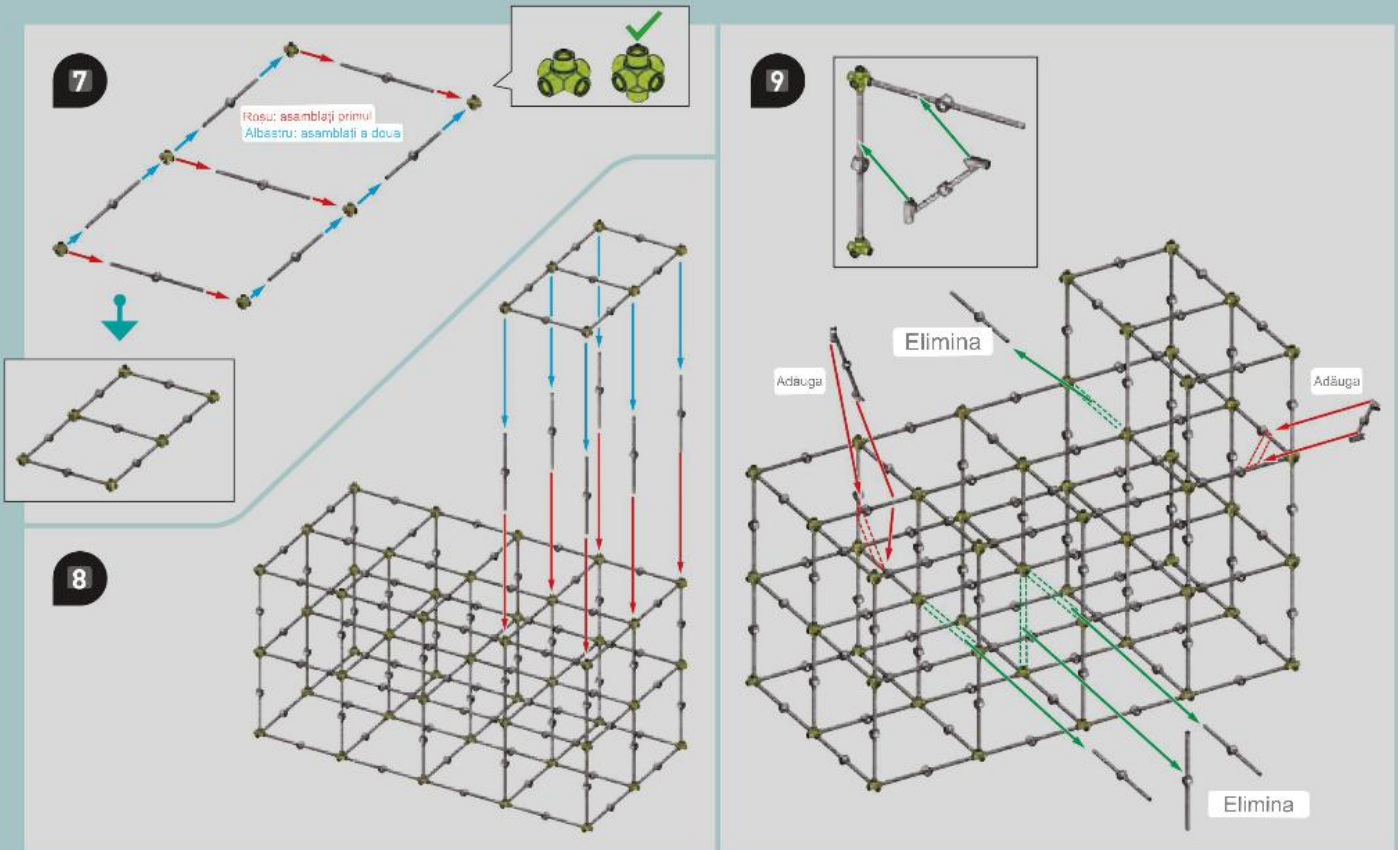
3

Vedere laterală

4

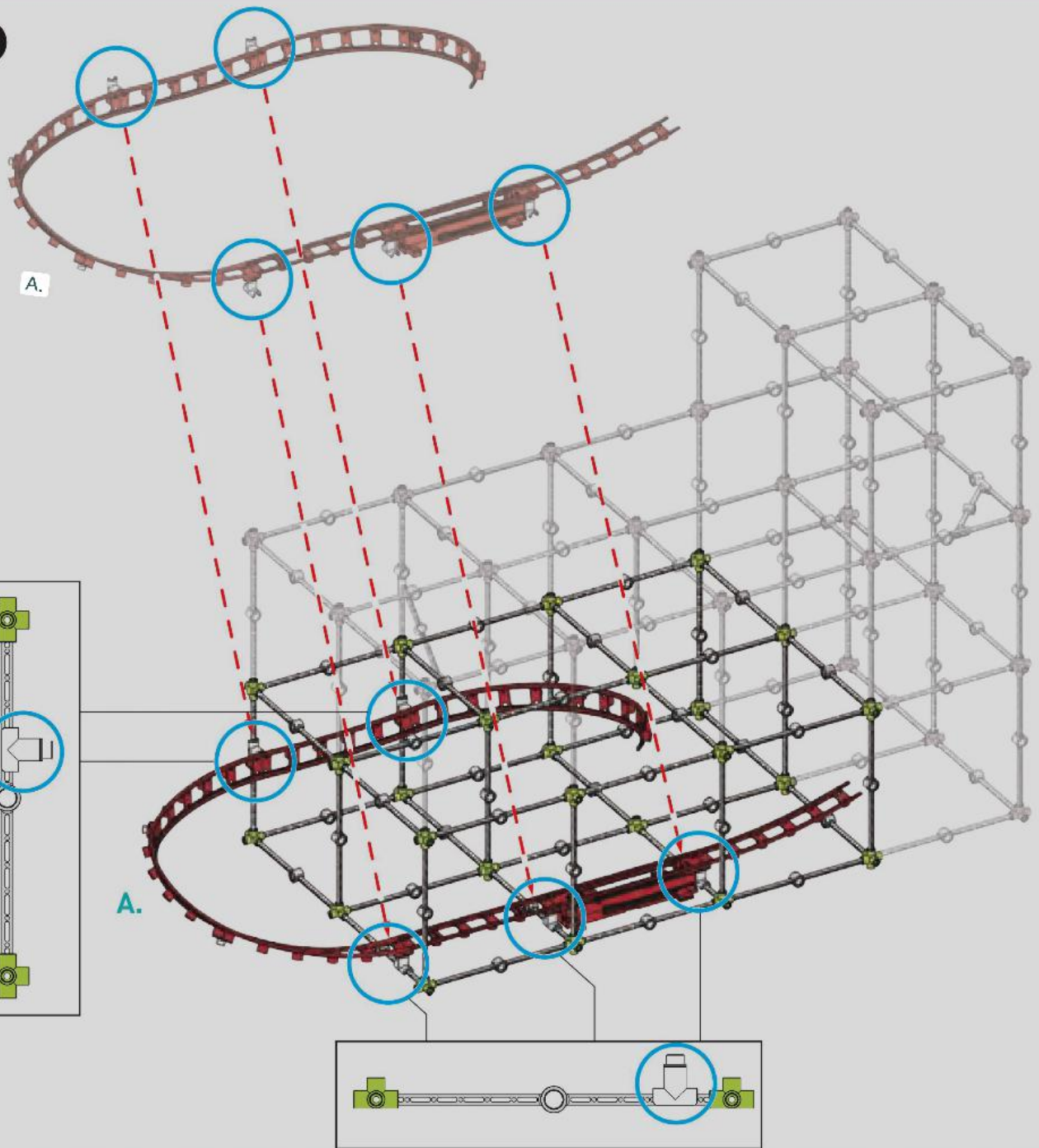
5

6

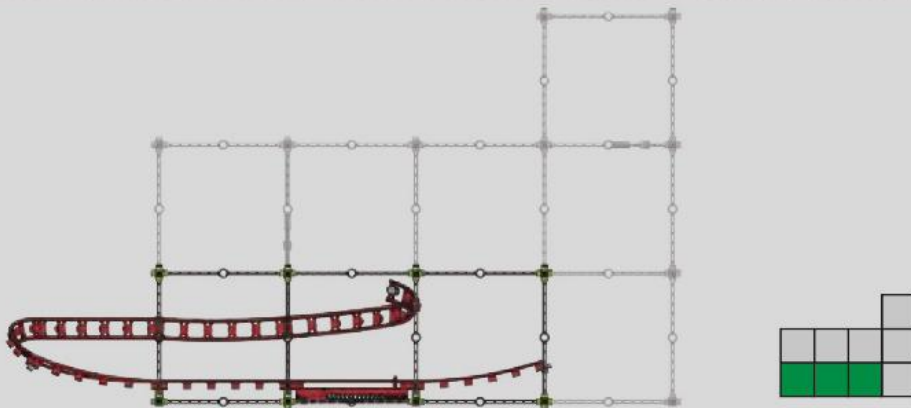




11



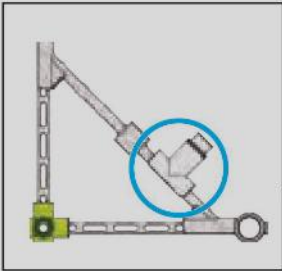
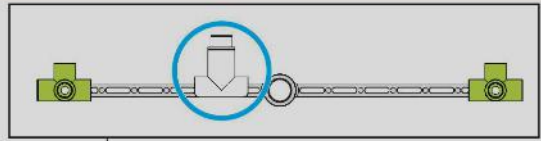
Vedere laterală



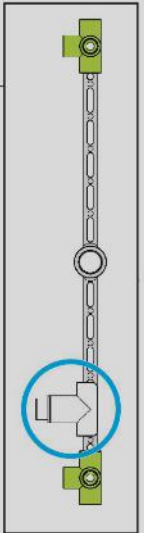
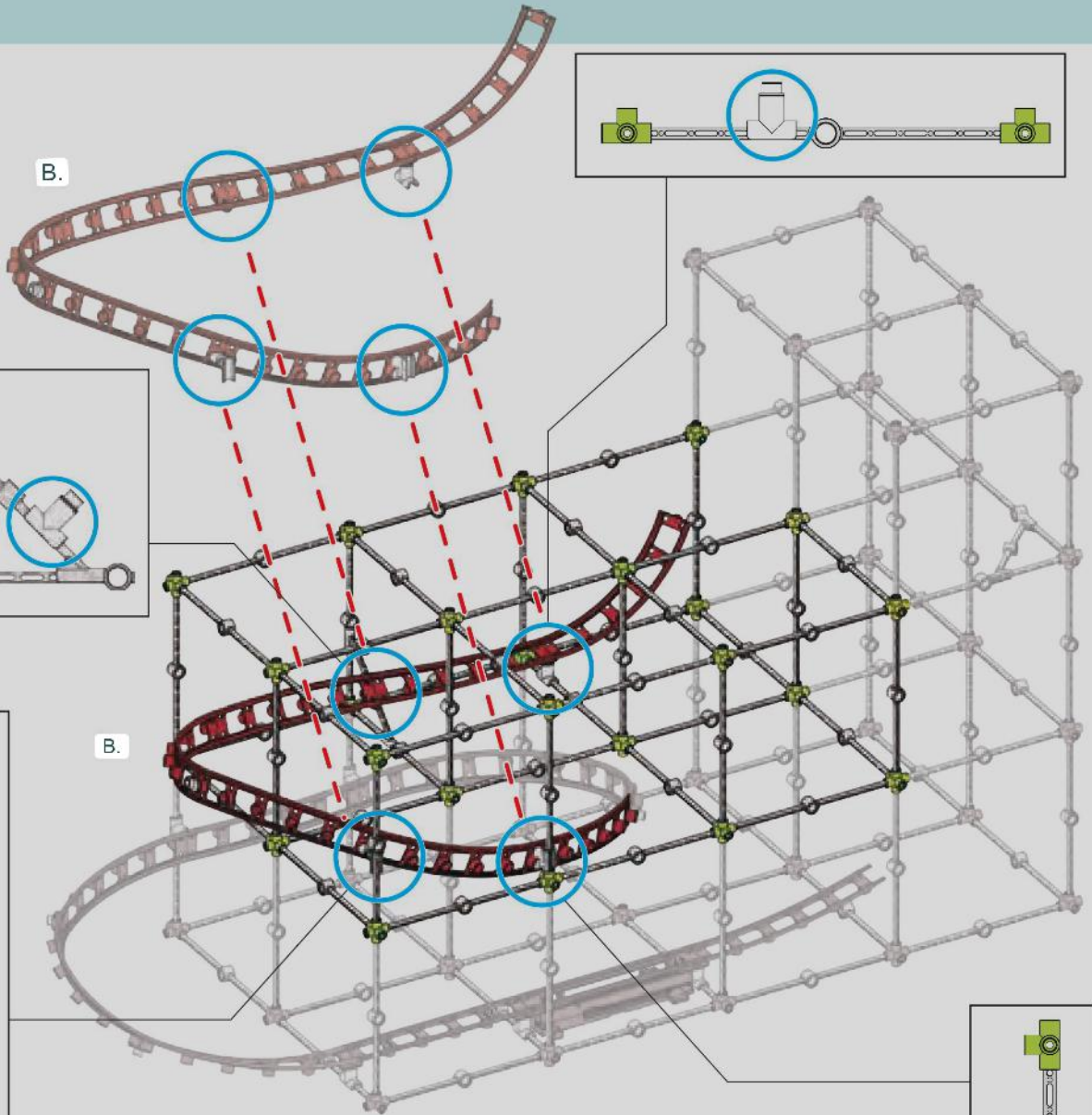
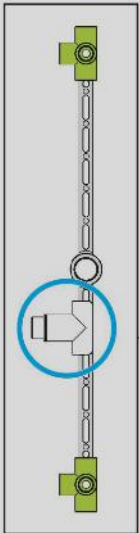


12

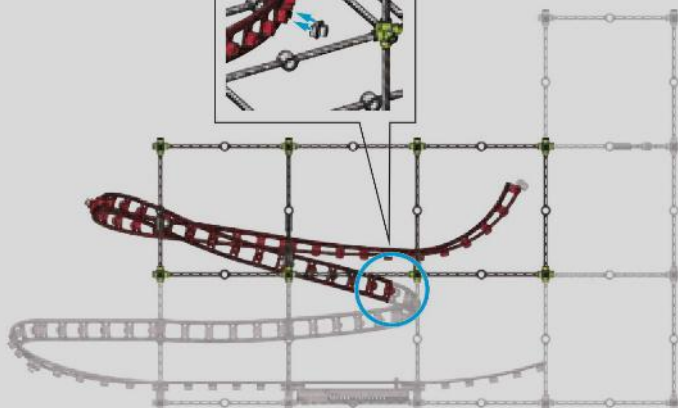
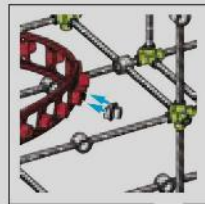
B.



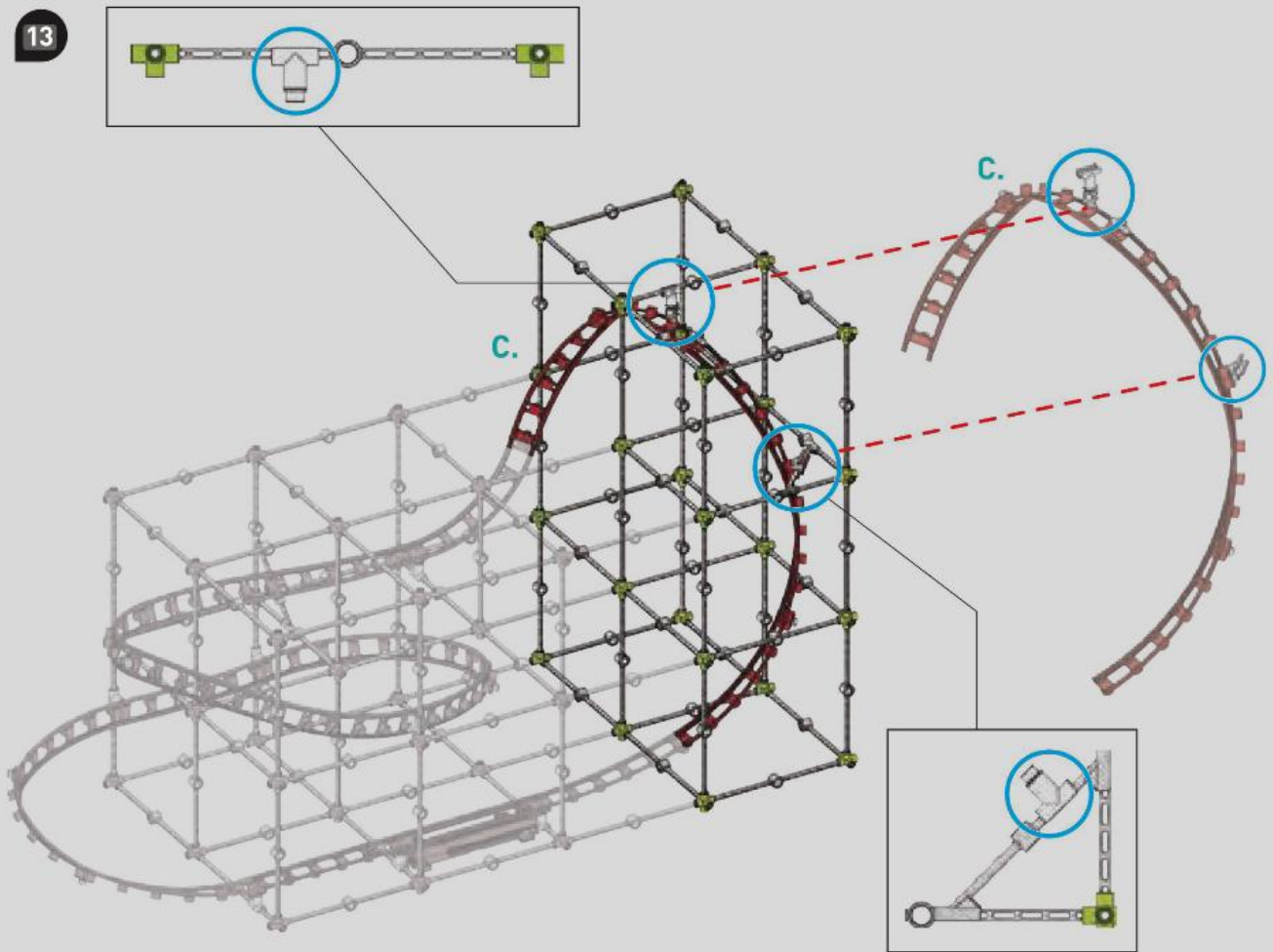
B.



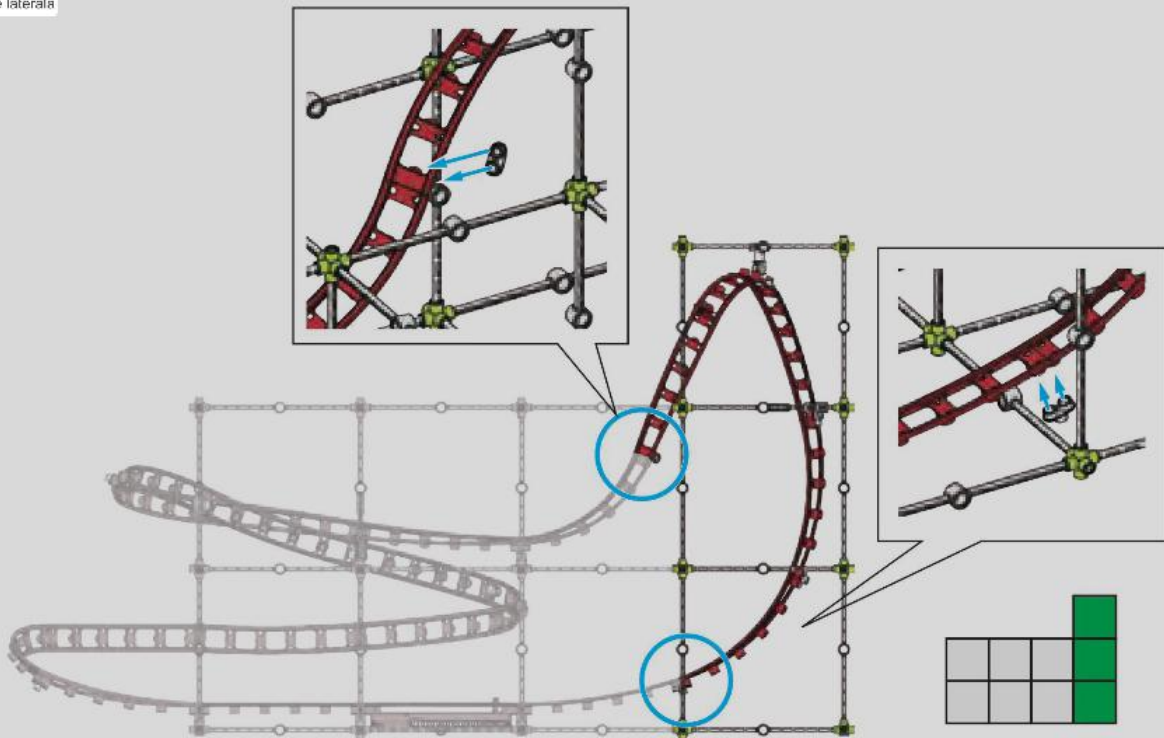
Vedere laterală

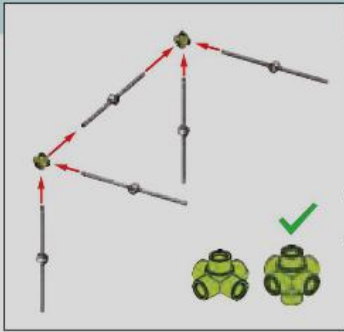


13

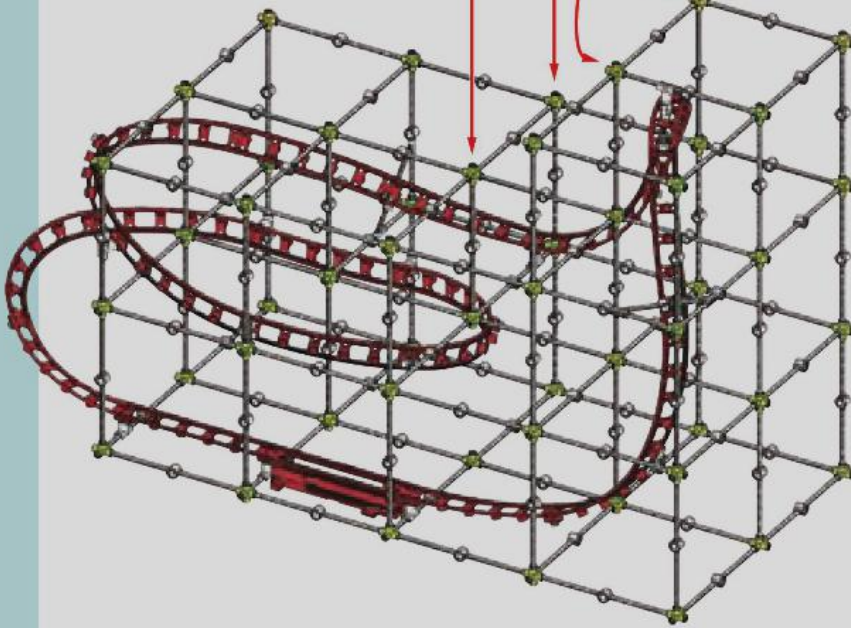


Vedere laterală





14



Gata de rulat

Poți face trenul să ocolească

șine?

Vei avea nevoie

Model pentru experimentele 16 și 17

Întărește

1. Rotiți trenul astfel încât să fie chiar în fața tije de lansare. Asigurați-vă că se află în direcția corectă, așa cum se arată în imaginea modelului din stânga.

2. Trageți bara compresorului cu arc înapoi până când se fixează în creștătura din dispozitivul de lansare și se blochează în poziție.

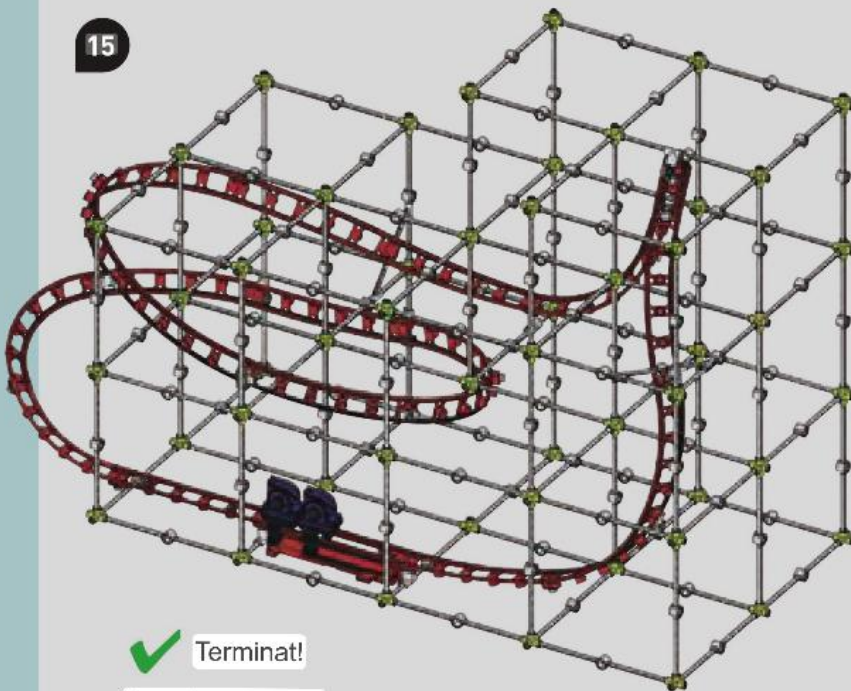
3. Cu degetul, aruncați trenul înapoi spre lansator pentru a lansa trenul. Se ridică pe deal și se întoarce din nou la lansator?



CE SE ÎNTÂMPLĂ?

Trenul ar fi trebuit să ajungă cu ușurință în vârful dealului și apoi să se rostogolească din nou până la lansator. Lansatorul a furnizat suficientă energie cinetică pentru a propulsa trenul în sus pe deal. În vârful dealului, energia potențială a trenului atinge vârfuri, iar apoi, pe măsură ce gravitația trage trenul înapoi în jos, energia potențială este eliberată înapoi în energie cinetică.

15



Terminat!

Încercați experimentele 16 și 17.



CE SE ÎNTÂMPLĂ?

Trenul nu poate face ocolul șinei atunci când este pur și simplu eliberat din partea de sus a cursei. Deoarece o parte din energia potențială gravitațională inițială este pierdută prin frecare, energie trebuie adăugată sistemului pentru ca trenul să poată finaliza călătoria.

Numai gravitația

Lansatorul este cu adevărat necesar?

Întărește

1. Poziționați trenul chiar în vârful dealului roller coaster și eliberați-l pentru a se rostogoli pe deal. Revine din nou până sus pe deal?



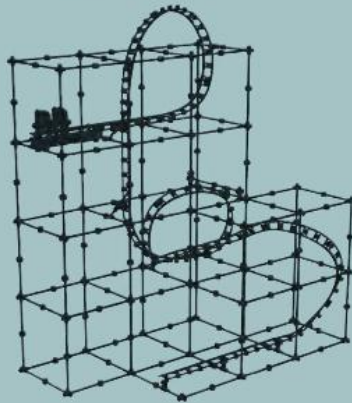
Pentru ultimele trei experimente, haideți să punem la încercare tot ce ați învățat! Vedeți dacă vă puteți da seama cum să construiți un roller coaster cu propriul design care să satisfacă fiecare dintre provocările de mai jos. Scanați codul QR aici pentru a vedea un exemplu de soluție pentru fiecare provocare. Există multe soluții posibile pentru fiecare.



Provocarea 1

Proiectați și construiți un roller coaster cu două bucle verticale pe care trenul le poate călători cu succes. Pista nu trebuie să fie un circuit continuu.

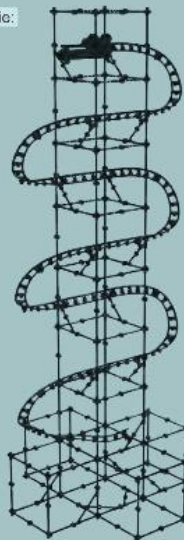
Aluzie:



Provocarea 2

Proiectați și construiți cel mai înalt roller coaster pe care îl puteți utiliza doar cu piesele din acest kit. Pista nu trebuie să fie un circuit continuu.

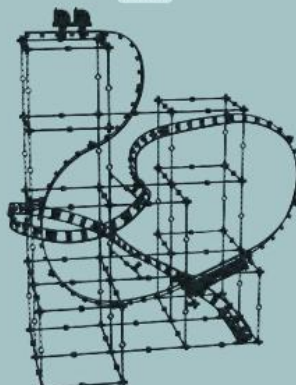
Aluzie:



Provocarea 3

Construiește o pistă care folosește atât energia potențială a mașinii, cât și puterea cu arc a lansatorului. Pista nu trebuie să fie un circuit continuu.

Aluzie:



Ediția a doua 2021 Thames & Kosmos, LLC, Providence, RI, SUA

Thames & Kosmos® este o marcă înregistrată a Thames & Kosmos, LLC.

Această lucrare, inclusiv toate părțile sale, este protejată prin drepturi de autor. Orice utilizare în afara limitelor specifice ale legii dreptului de autor fără acordul editorului este interzisă și pedepsită de lege. Acest lucru se aplică în mod specific: reproducerilor, traducerilor, microfilmării și stocării în sisteme și rețele electronice. Nu garantăm că toate materialele din această lucrare sunt lipsite de drepturi de autor sau de altă protecție.

Dezvoltare tehnică a produsului: Genius Toy Taiwan Co., Ltd., Taichung, Taiwan, R.O.C.

Scriere și editare: Hannah Mintz, Ted McGuire
Grafică și ambalaj suplimentare: Dan Freitas, Ted McGuire

Concept de proiectare manuală: Atelier Bea Klenk, Berlin

Ilustrații manuale: Genius Toy Taiwan Co., Ltd., Taichung, Taiwan, R.O.C. și Thames & Kosmos

Fotografii manuale: p. 2 (coastere din lemn) Micha Klootwijk Photography, p. 2 (background coaster) neillockhart, p. 9 (măr), p. 9 (călăreți) Jacob Lund, p. 9 (navetă) Mihail, p. 19 (bucle) sonya etchison, p. 24 (coaster) Solarisys, p. 25 (castel) Joni, p. 33 (sus) panosk18, p. 33 (mijloc) Jazon88, CC BY-SA 3.0, p. 33 (jos) danieldep, toate anterioare Ostock.adobe.com;

p. 9 [Netwon], p. 19 (flip flap) tot domeniul public anterior; p. 24 (Donnelly la Hulk), p. 25 (Donnelly, patru roboți în dreapta jos), toate prin amabilitatea lui Donnelly Williams;

Editorul a depus toate eforturile pentru a localiza deținătorii drepturilor de imagine pentru toate fotografiile utilizate. Dacă, în orice caz individual, deținătorii drepturilor de imagine nu au fost recunoscuți, li se cere să furnizeze editorului dovada drepturilor lor de imagine, astfel încât să li se poată plăti o taxă de imagine în conformitate cu standardul din industrie.

Distribuit în America de Nord de Thames & Kosmos, LLC, Providence, RI 02903

Telefon: 800-587-2872; Site: www.thamesandkosmos.com

Distribuit în Regatul Unit de Thames & Kosmos UK LP, Cranbrook, Kent TN173HE

Telefon: 01580 713000; Site: www.thamesandkosmos.co.uk

© 2021

Ne rezervăm dreptul de a face modificări tehnice.

Tipărit în Taiwan/Imprimé în Taiwan