

Наука за Триенето

<Автор> Илия Мествиришвили

<Автор> Дейвид Шанакудзе



<Инфо>

<Ключови думи> сила на триене, спирачен път, анти-блокиращ механизъм на спирачките (ABS), програмиране на приложение, обработка на данни

<Дисциплини> физика, компютърни науки, математика

<Възраст на учениците> 14+

<Хардуер> Arduino^[1], серво, двигател, Bluetooth модул, разширителен модул за мотор, фотоврата за прецизно измерване на скорост и ускорение

<Език> Arduino програмна среда^[2], AppInventor^[3], Snap4Arduino^[4], Blockly^[5]

<Ниво на програмиране> лесно, средно

<Резюме>

Изследването на факторите, влияещи върху силата на триенето, може да се превърне в интересен и забавен експеримент чрез изграждане на нискотарифен автомобил с проста спирачна система, управляван посредством Bluetooth. Това ще даде възможност на учениците да наблюдават и сравняват реални данни като скорост на автомобила (абсолютна стойност на скоростта) преди да се задействат спирачките, спирачен път и как масата на автомобила и вида на повърхността влияят на силата на триене. След това учениците ще проведат експерименти, за да проучат с висока точност как различните фактори, влияят на спирачния път, за да проверят собствените си хипотези и тези предложени им от учителя.

<Въведение>

Триенето е много важна сила в ежедневието и се преподава във физиката, както на ниво среден курс, така и в гимназията. Въпреки това, традиционните експерименти, свързани с темата за триене са ограничени и не много забавни. Този проект ще превърне проучването на триенето във вълнуващ групов проект, който включва:

1. Изграждане и тунинговане на кола.
2. Програмиране на Arduino^[1] микроконтролер за измерване на моментната скорост и спирачния път.
3. Програмиране на мобилен телефон с помощта на AppInventor^[3], който да изпраща, получава и показва на дисплей данни в реално време.

<Какво правят учениците/учителите>

Тъй като тези три задачи могат да бъдат изпълнявани едновременно, препоръчваме на учителя да раздели своя клас на групи от по двама до трима ученици, които

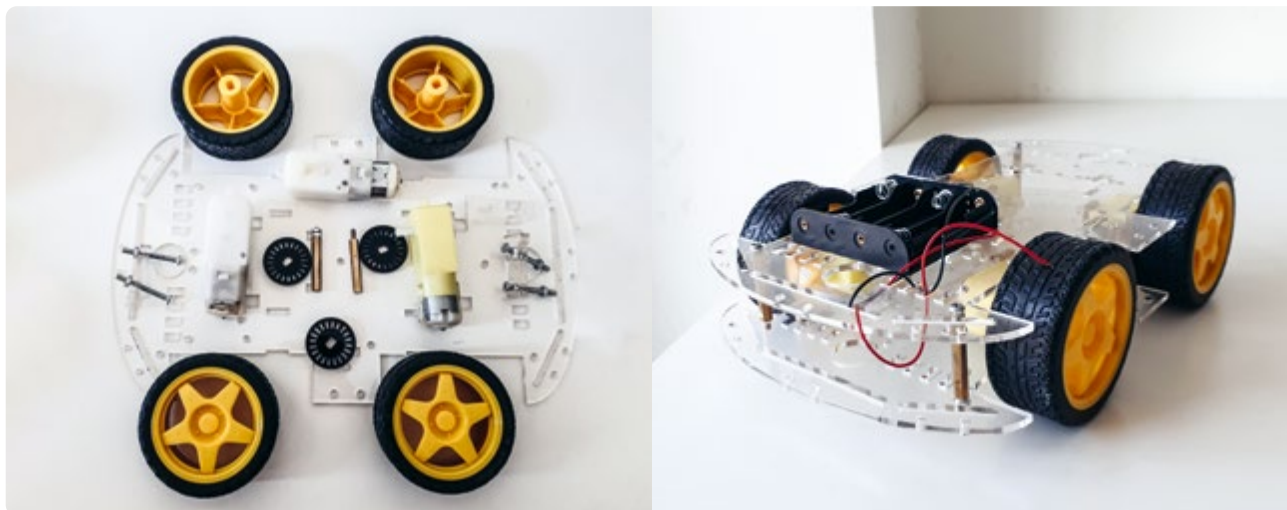
в началото ще работят по задачите самостоятелно, но накрая ще се съберат заедно, за да обсъдят и разгледат работата си.

Когато по учебен план се представя темата "Сили на триене", учителите могат да поднесат теоретичната част от учебното съдържание заедно с този проект, което ще мотивира учениците и ще подобри разбирането на теоретичните понятия. Най-добрият начин да започнете проекта е да зададете следните въпроси към вашите ученици и да им дадете време да ги обмислят и да излязат със собствени идеи, предположения или хипотези:

- ↳ Каква е връзката между скоростта на автомобила и спирачния път? (Разбира се, отговорите могат да варират, т.е. "спирачният път е пропорционален на скоростта преди да се натисне спирачката" или някои могат да помнят от физиката, че спирачният път е в действителност пропорционален на квадрата на скоростта);
- ↳ Как увеличаването на масата на колата би се отразило на спирачния път, при условие че всичко останало не е променено? (Често срещан отговор е, че увеличаването на масата трябва да увеличи спирачния път.);
- ↳ Как трябва да приложим спирачките, за да спрем автомобила възможно най-бързо? (Възможни отговори: най-добрият начин е да спрем колелата напълно, но ако ги накараме да се въртят в обратна посока на движението, това ще спре колата по-бързо; и т.н.);
- ↳ Ако предната и задната спирачка са идентични, ще спрат ли колата едновременно? (Учениците могат да се замислят за собствения си опит с велосипедите);
- ↳ Всички други въпроси, които могат да възникнат от учителя или учениците.

След като учениците са написали първоначалните си идеи, следващата стъпка ще бъде да помислят как да построят проста кола и как от нея да получават данни, които да проверяват и после да доразвият първоначалните си идеи и предположения. Учителят може да улесни този процес и да предложи на учениците да построят кола, която да събира и изпраща съответните данни на телефон, който от своя страна може да контролира колата, като в същото време получава и показва данните.

В зависимост от техните интереси, умения и предпочитания, на този етап на проекта учениците може да се разделят на групи. Все пак, възможно е и всички ученици да останат в една голяма група и да се справят със задачите поетапно. Следващите стъпки от проекта ще са еднакви за всички независимо кой сценарий изберете.



© 1: Пълният комплект на шасито

<Изграждане на Шасито и поставяне на електрическите компоненти>

Този подход включва изграждане на автомобил от евтиния и лесно достъпен комплект за шаси Arduino^[4], (Robot chassis kit for all ARDUINO systems), изобразен на ©1.

Учителите и учениците се насърчават да изпробват различни подходи за проектиране и изпълнение, например различни начини за събиране и изпращане на данни, управление на автомобила от разстояние, както и различни софтуерни и езикови средства, за да се напише необходимият код.

След като сглобят колата и решат къде да монтират Arduino контролера и двигателя, учениците ще трябва да помислят за различни начини за измерване на скоростта на колата. Препоръчителният подход е да се даде възможност на учениците да мислят и предложат някои свои собствени идеи. С подходяща помощ от учителя, най-добрият и лесен начин да направите това е да използвате фотоврата и да преброите колко са оборотите на свободно задно колело. По този начин учениците ще могат да измерят както моментната скорост, така и изминатия път. Това може да се направи с помощта на материалите в комплекта на шасито – Arduino 4 wheel chassis kit или ако учителят предпочита, да се разработи отделно.

Ще е необходимо да използваме някои математически операции, за да се преобразува броят на спиращите събития, преброени от фотовратата в скорост или път. Комплектът включва диск с 22 отвора в него и колело с диаметър $5,1 \pm 0,1$ см. Не е трудно да се изчисли, че 1 импулс от фотопортала ще означава, че колелото е завъртяно $1/22$ от пълен оборот, което съответства на

разстояние от $d = 0,72$ см. В същото време фотовратата измерва и изпраща информация през интервал от време t , отчетено в милисекунди между последователните импулси. Моментната скорост може да се изчисли чрез разделяне на $0,72$ см на този интервал от време.

Може да се предприемат следните стъпки, независимо дали учениците са разделени на различни групи, или работят в една група. Ако са в една група, то тя ще премине през последователните стъпки една след друга, докато различните групи ще си поделят трите задачи.

<Програмиране с Arduino>

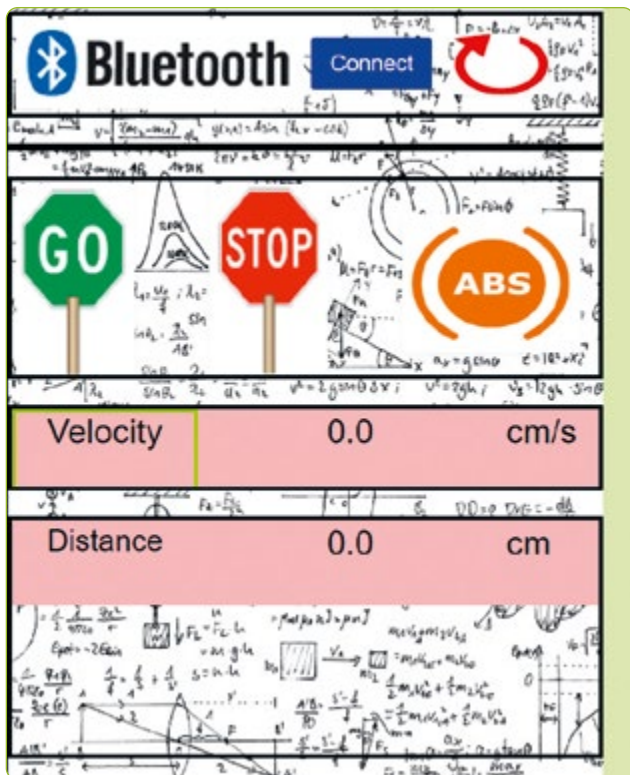
Групата, която ще работи по програмирането с Arduino ще разработи кода, като използва следния подход:

1. Дефинира действията и съответните методи или функции за събиране и изпращане на данни посредством Bluetooth.
2. Написва и тества код за всеки метод по отделно.
3. Сглобява програмата.

Начинаещите може да започнат с TinkerCad^[6], която позволява онлайн дизайн, свързване на Arduino и симулации, като по този начин се предотвратяват къси съединения и прегаряния по веригата на етап прототип.

Следващите секции дефинират всяка част по-подробно:

1. Необходимите действия са: стартиране и спиране на двигателя, прилагане и освобождаване на спирачките, измерване на разстоянието, измерване на скоростта, изпращане и получаване на данните чрез Bluetooth.
2. Решаващата част тук е да се напише код за измерване на скоростта и разстоянието, изминато по време на същия експеримент. И двете от тях използват



© 2: Потребителският интерфейс на приложението

импулси от фотовратата и се активират, когато '2' се получи от приложението за телефон чрез Bluetooth:

- ↳ За да се измери разстоянието използваме брояч, който измерва импулсите, изпратени до Arduino от свободно въртящото се задно колело, след прилагане на спирачките към предните колела.

- ↳ Времевите интервали между импулсите се използват за измерване на моментната скорост. Задното колело изминава 0.72 cm за един импулс време. Ето защо това трябва да се раздели на времевия интервал между импулсите.

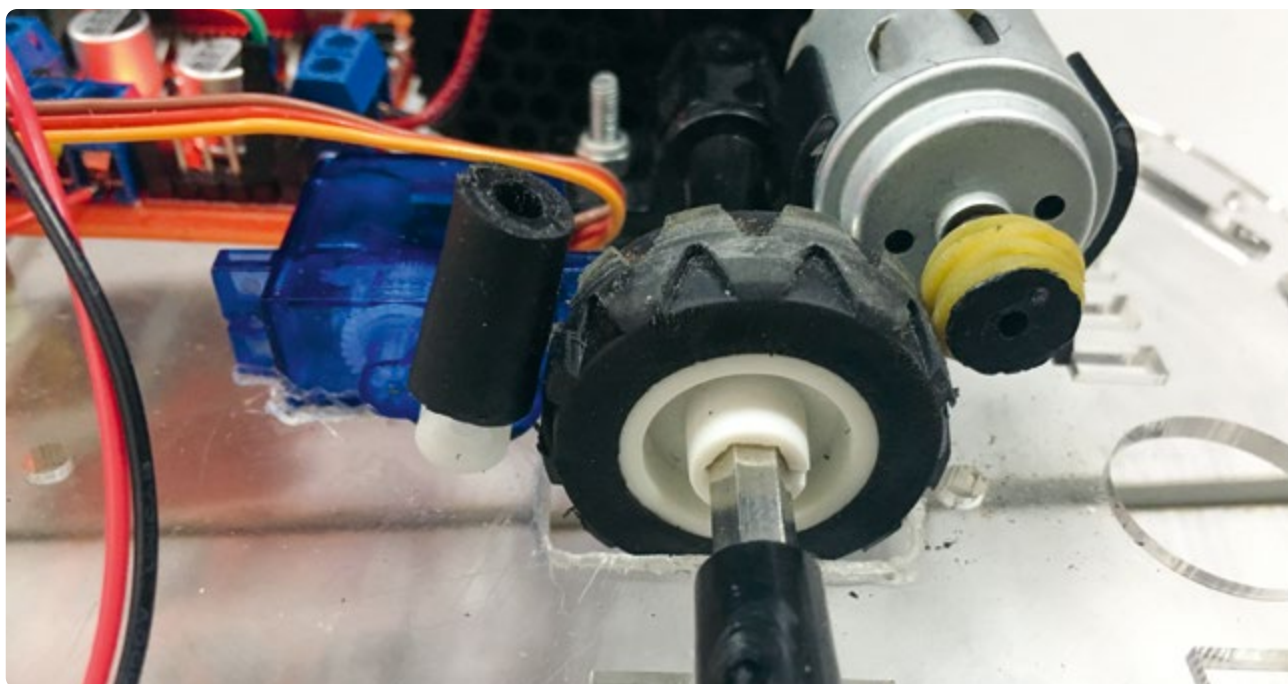
- ↳ Функционирането и ефективността на системата против блокиране на спирачките (ABS) може да се отчете след като спирачките се задействат и отпуснат за различни интервали от време от 50 до 200 милисекунди (оптималният интервал се намира с експерименти), което в повечето случаи води до по-кратък спирачен път.

3. Когато програмирате код за Arduino, трябва да се гарантира, че всички дейности и функции се случват в един голям цикъл. Следователно, ако програмата бъде прекъсната на някоя конкретна стъпка, това ще засегне всички следващи стъпки, тоест програмата няма да сработи.

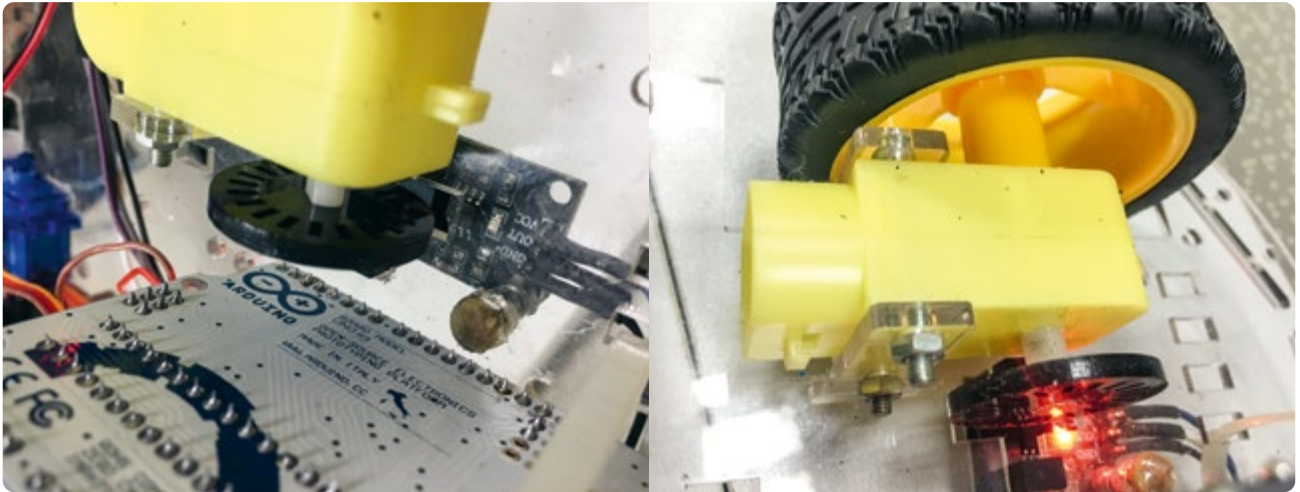
Примерният код и препратките към други източници за всяка от тези функции са достъпни онлайн^[2], но с малко помощ от учителите си, учениците следва да бъдат насърчавани да опитат да напишат свой собствен код.

<Програмиране с Android>

Групата, която програмира с Android, може да проучи възможностите на AppInventor^[3] и да помисли за начини, по които да показва данните на екрана (потребителски интерфейс, UI). Учениците ще решат къде и как да поставят бутоните за управление на колата, както и панелите и индикаторите на екрана (©2). Кодът на програмата



© 3: Спирачната система в близък план



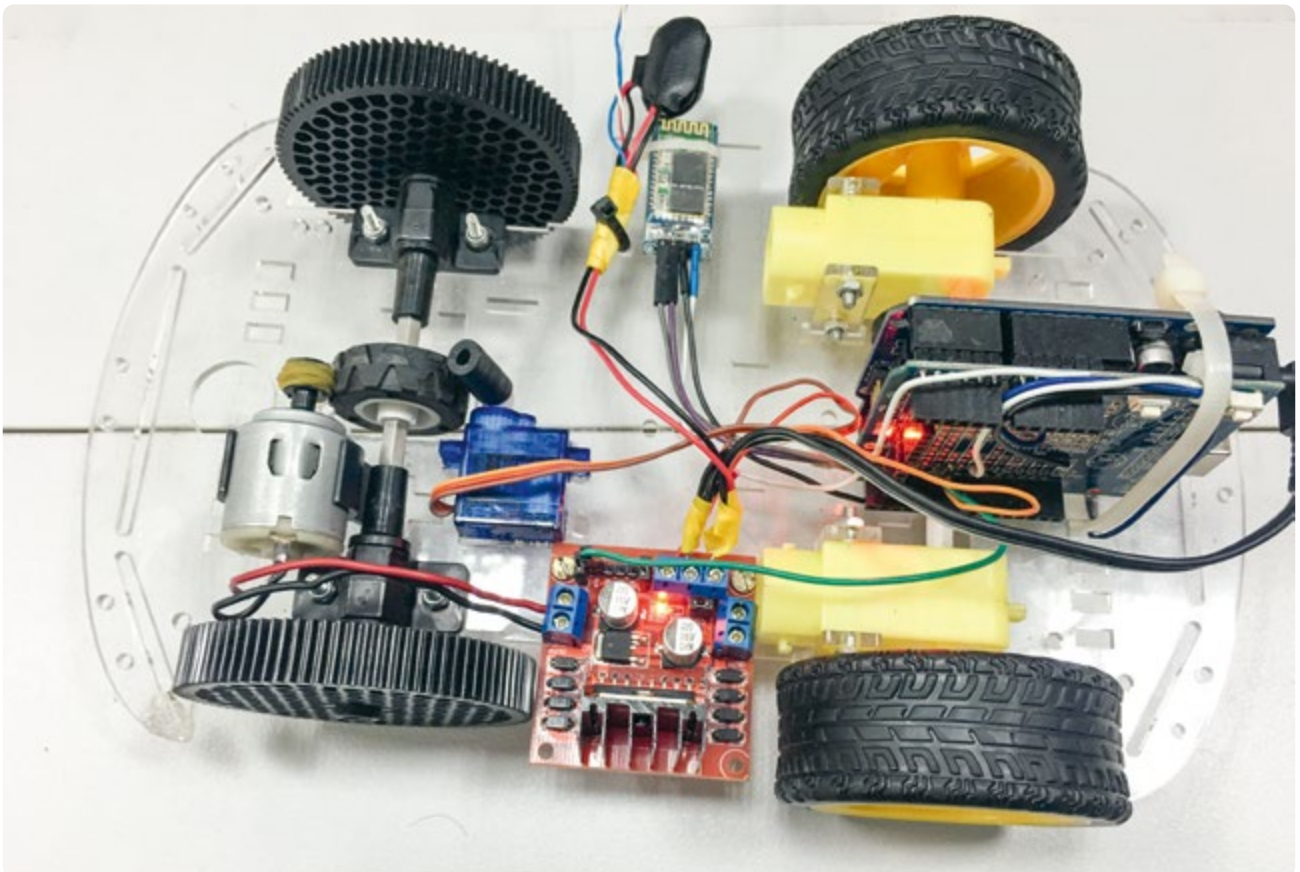
© 4: Фотография

AppInventor е предоставен онлайн^[2] и има следните функционалности:

1. Pushing the **START** button sends '1' to the Arduino^[1] via Bluetooth and starts the motor in the car.
2. При натискане на бутон **STOP** се изпраща сигнал '2' до Arduino чрез Bluetooth, което спира мотора и задейства спирачките.
3. При натискане на бутон **ABS** се изпраща сигнал '3' до Arduino чрез Bluetooth, което спира мотора и за-

действа спирачките на постоянни интервали (симулира се ABS система).

4. След натискане на бутона **STOP** или **ABS** бутона, данните за моментната скорост преди спиране и спирачния път на колата, след натискане на спирачките, ще бъдат показани на два панела, обозначени съответно със 'скорост' и 'разстояние'.
5. При натискане на бутон **RESET** се изпраща сигнал '0' до Arduino чрез Bluetooth, което занулява и изчист-



© 5: Сглобена кола

ва данните за скоростта и разстоянието, след което нулира Arduino модула.

Предлагаме да използвате предоставените кодове, само като помощен материал за учители и да дадете възможност на учениците сами да изследват AppInventor^[3] и да напишат собствен код, базиран на посочените по-горе функционалности.

<Сглобяване на колата>

От групата за изграждане на колата ще се очаква да мисли за подходящи места и начини за закрепване на компонентите: мотор, фотоврата, серво, батерии, Bluetooth модул, модула за защита на мотора и накрая самата Ардуино платка. Когато сервото се завърти, е много важно да притисне плътно оста с гуменото уплътнение към въртящия се диск, монтиран на оста на предните колела (📍3).

Това ще приложи достатъчно сила, за да спре колелата незабавно. Позиционирането на фотовратата е изключително важно. Поставете я така, че тя коректно да отброява всички импулси – препоръчва се фото сензор Arduino, с вграден LED, който примигва, когато импулс попадне върху него. Така ще можете да се уверите, че фотовратата отброява правилно импулсите, когато задните колела се завъртят (📍4).

Също така се уверете, че задните колела се въртят възможно най-свободно. Не забравяйте, че изчисляваме скоростта и разстоянието, като използваме свободно въртене на задните колела. Накрая, когато колата е готова за експеримента, тя трябва да изглежда подобно на тази, изобразена на 📍5.

Препоръчваме ви да дадете подробни насоки за отпавна точка на учениците, след което да им предоставите възможност да мислят и приложат собствените си решения за решаване на задачата.

<Заклучение>

Този проект е забавен начин да се научат основни понятия от физиката, като сила на триене в покой и движение, с помощта на проучването на сравнително модерни технологии като ABS, където физиката, електрониката, програмирането и дизайнът се събират, за да изследват фактори, влияещи на спирачния път на колите. Винаги е предизвикателство да се интерпретират и анализират реални експериментални данни. Така се въвеждат ключови понятия като несигурност, валидност, възпроизводимост и визуализация. Проектът

позволява на учениците да се запознаят и да разберат силата на триенето в практически условия по начин, който провокира тяхното мислене и креативност.

<Сътрудничество>

Този проект предлага голям потенциал за сътрудничество, тъй като трите му независими елемента – дизайнът на автомобила, програмирането на Arduino^[4] и програмирането с AppInventor^[3] – могат да бъдат допълнително развити и подобрили. Всички партньори, които сътрудничат, ще се възползват взаимно от приноса си към всеки от тези компоненти.

Друга възможност за сътрудничество би могла да бъде конкуренцията между училищните екипи, основана на това кой може да направи автомобил със същите компоненти и да го спре по-бързо, при условие че „пътната“ повърхност и скоростта преди спирането са едни и същи.

Много благодарности на нашите колеги от Гърция: Астринос Цуцудакис, който ни предостави важни идеи за физичните аспекти на проекта и Георгиос – за неговите изключително полезни предложения за оптимизиране на кода. Искаме да благодарим и на Йорг Гутчанк за изчерпателната обратна връзка и подкрепа, които направиха този проект още по-интересен и забавен.

<Препратки>

[1] www.arduino.cc

[2] www.arduino.cc/en/Guide/Environment

[3] <http://appinventor.mit.edu>

[4] <http://snap4arduino.rocks/>

[5] <https://developers.google.com/blockly/>

[6] www.tinkercad.com/circuits

[7] Всички допълнителни материали са налични на: www.science-on-stage.de/coding-materials.

<Печат>

<Публикувано от>

Science on Stage Deutschland e. V.
Ам Борсигтурм 15
13507 Берлин, Германия

<Главен координатор>

↳ **Д-р Йорг Гуцанк**, Гимназия Лайбниц | Международно училище в Дортмунд, Дортмунд, Германия
Председател на Science on Stage Deutschland e. V.

<Координатори>

- ↳ **Себастиан Фънк**, Вила Виверсбуш, Велберт – Лангенберг, Германия, Член на съвета на Science on Stage Deutschland e. V.
- ↳ **Жан – Люк Рихтер**, Гимназия Jean-Baptiste Schwilgué, Селестат, Франция, Заместник-председател на Наука на сцената Франция
- ↳ **Бернар Шриек (ret.)**, Гимназия Marien, Верл, Германия

<Цялостна координация и редактиране>

- ↳ **Даниела Нюман**, Проектен мениджър на Science on Stage Deutschland e. V.
- ↳ **Стефани Шлунк**, Изпълнителен мениджър на Science on Stage Deutschland e. V.
- ↳ **Йохана Шулце**, Заместник изпълнителен мениджър на Science on Stage Deutschland e. V.

<Корекция и превод>

Мария Петрова, Петър Андреев, Десислава Цокова и Моника Ковачка-Димитрова

<Дизайн>

WEBERSUPIRAN.berlin

<Илюстрации>

Рупърт Таке, TricomKommunikation und Verlag GmbH

<Авторски права>

Всички аспекти на авторското право за изображенията и текстовете, използвани в тази публикации са проверени от авторите, доколкото е възможно.

<С погребата на>

SAP SE

<За поръчка>

www.science-on-stage.bg
office@frgi.bg

Това издание е лицензирано от Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License:
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.



Първо издание 2020

© Science on Stage Deutschland e. V.