

Digital and preparatory solutions in higher education

# Gamified assessment as student motivator



Teemu Hynninen  
Department of Physics and Astronomy, University of Turku

# The problem

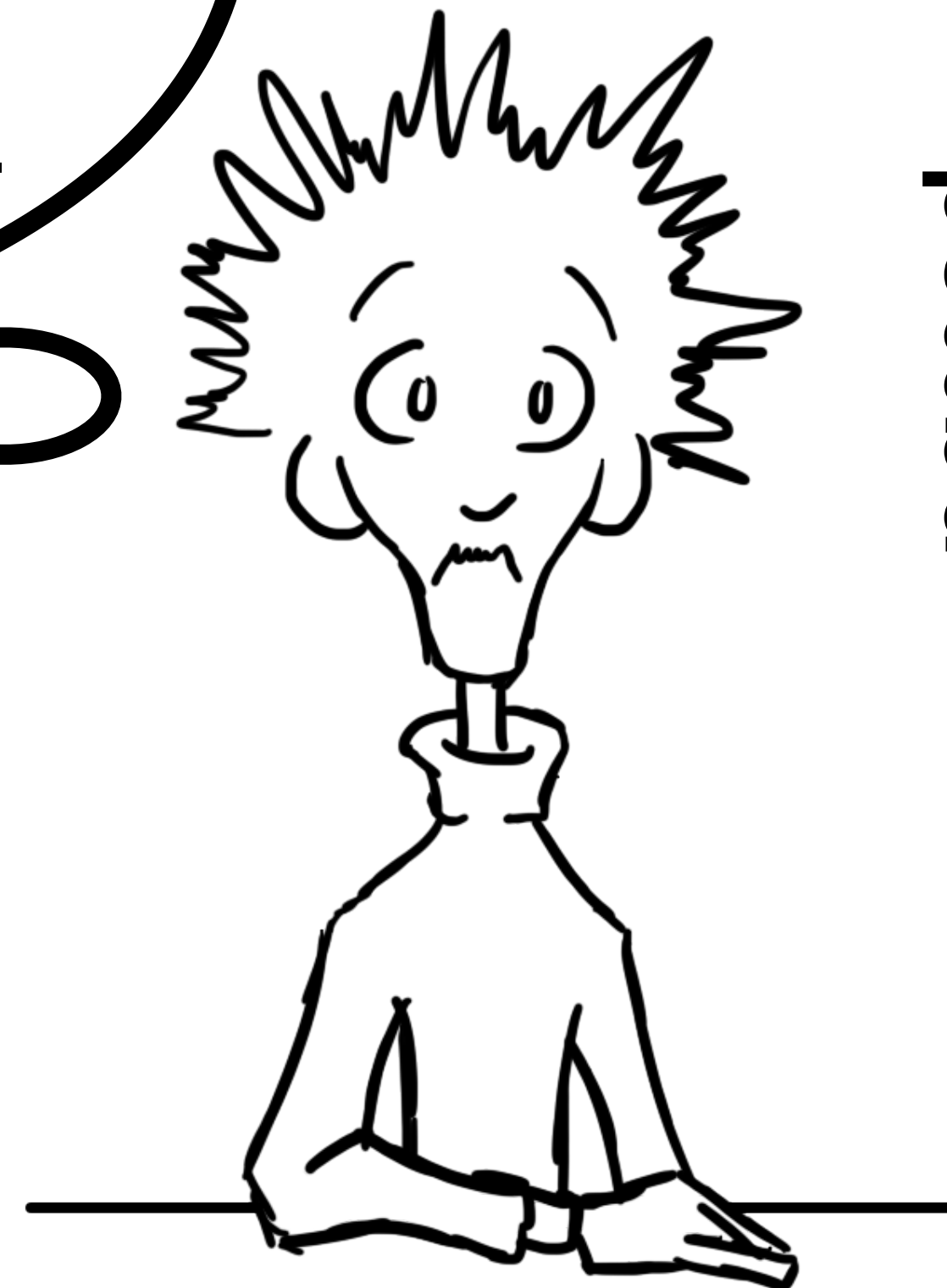


unsustainable  
dropout rate

learning physics  
takes a lot of work

false impressions  
of what physics is

I can't learn this.  
I don't want to do this.  
I don't belong here.



student intake (55)

passed  
students

50

40

30

20

10

0

2014

Physics 1

Physics 4

-50%



# The goal

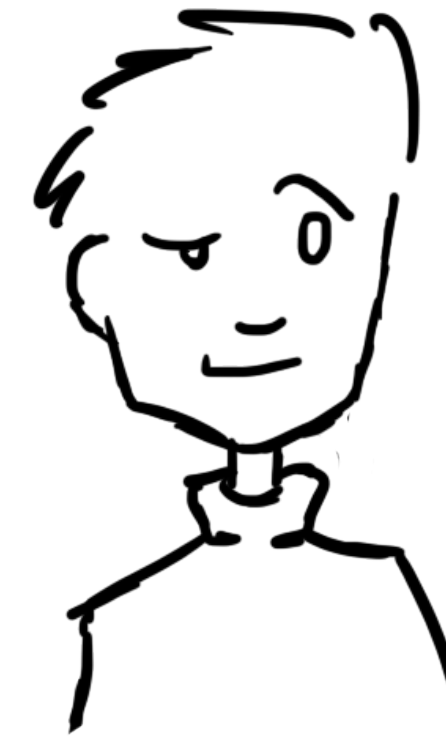
**1: students *can* continue**

**2: students *want to* continue**

**make studies**

- **interesting**
- **useful**
- **rewarding**
- **possible**

I can learn this.



I belong here.



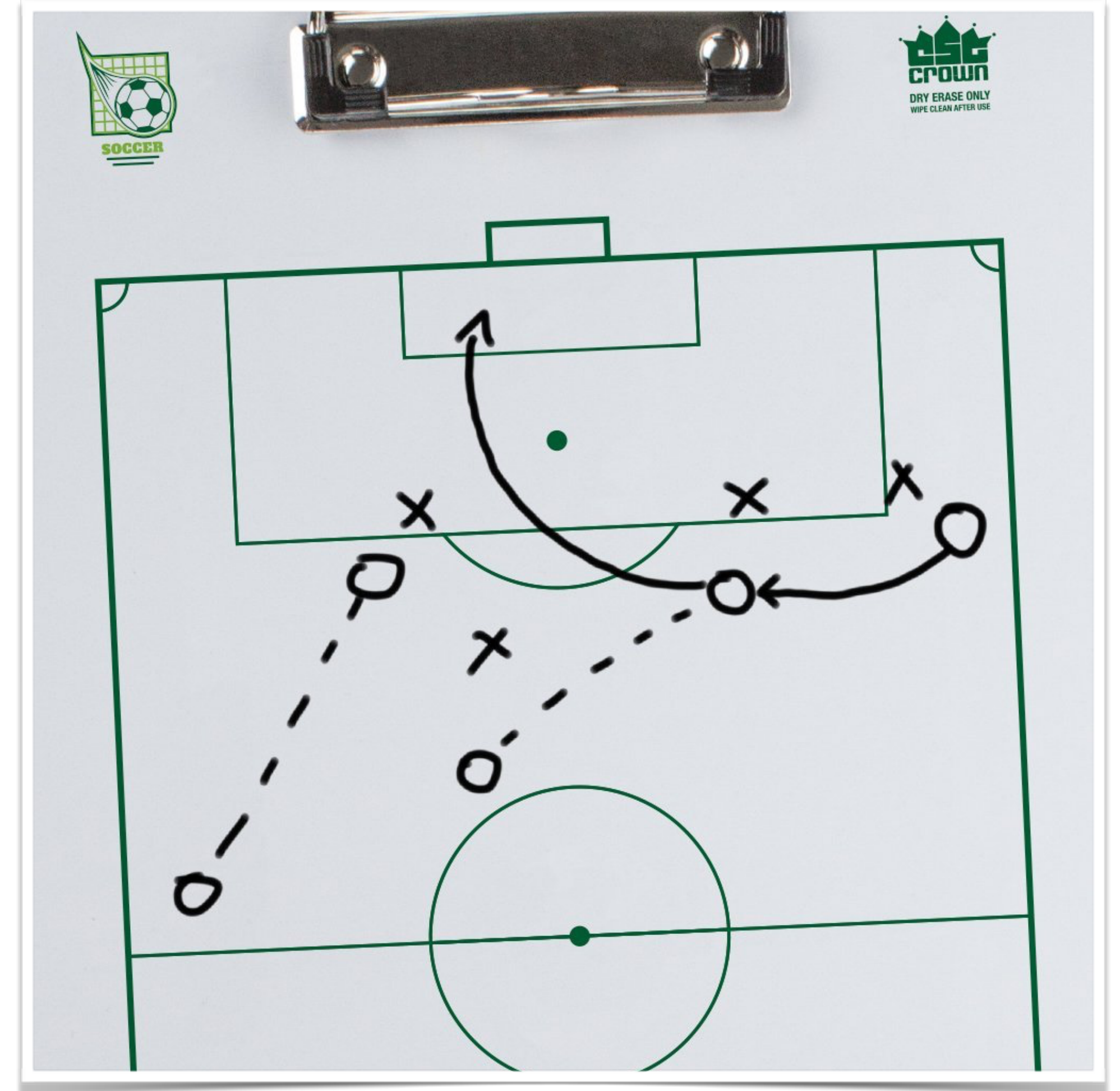


# Some theoretical ideas





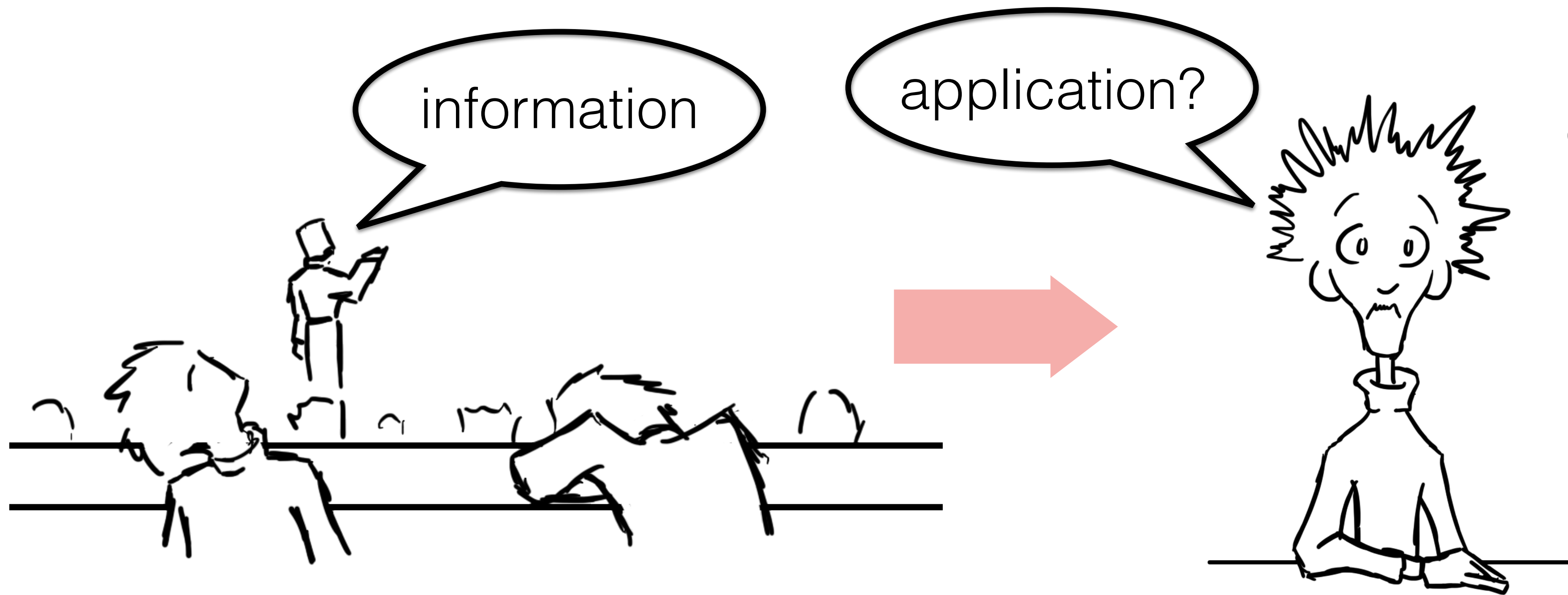
# active learning



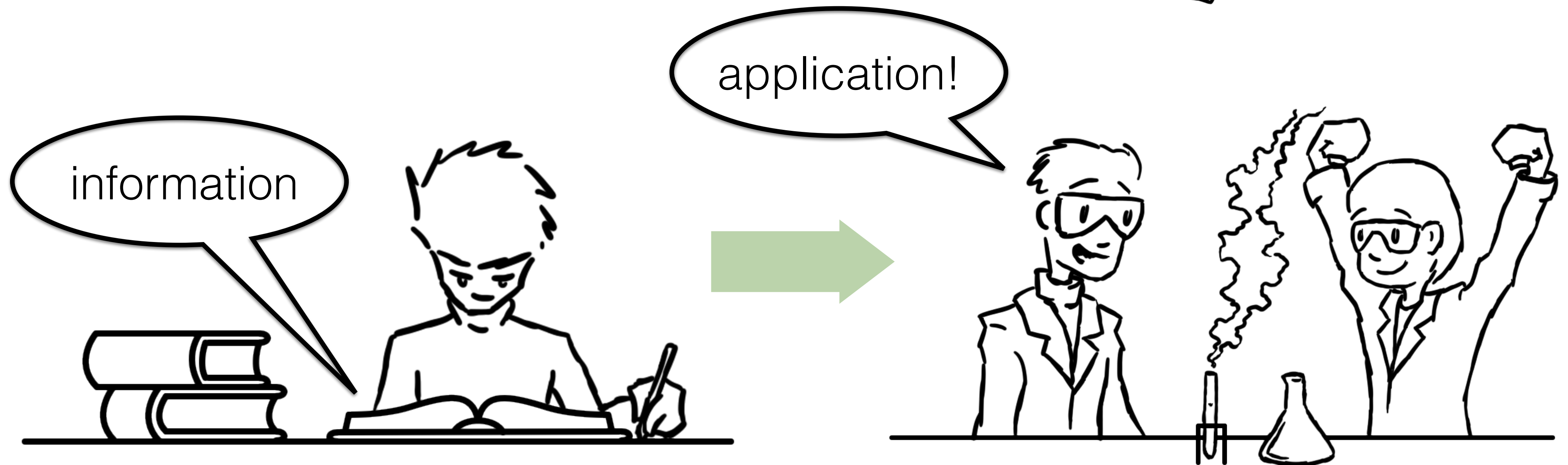


Traditional

flipped  
classroom

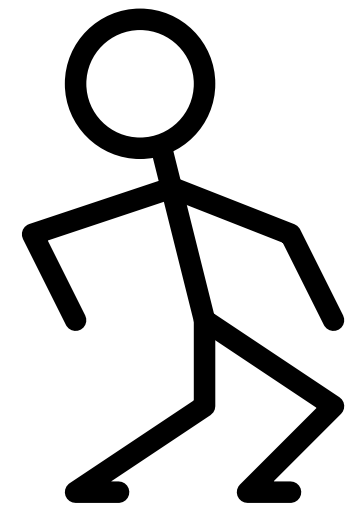


Flipped

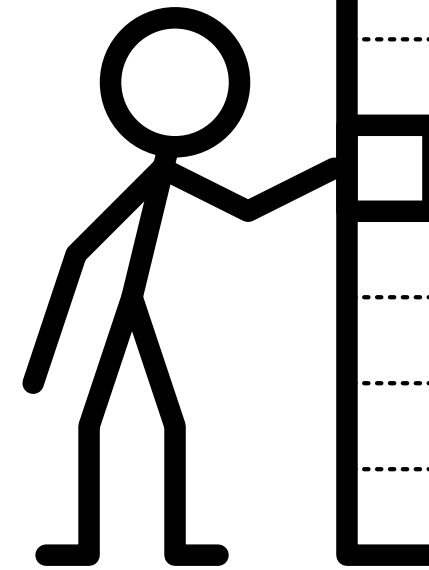


# gamification

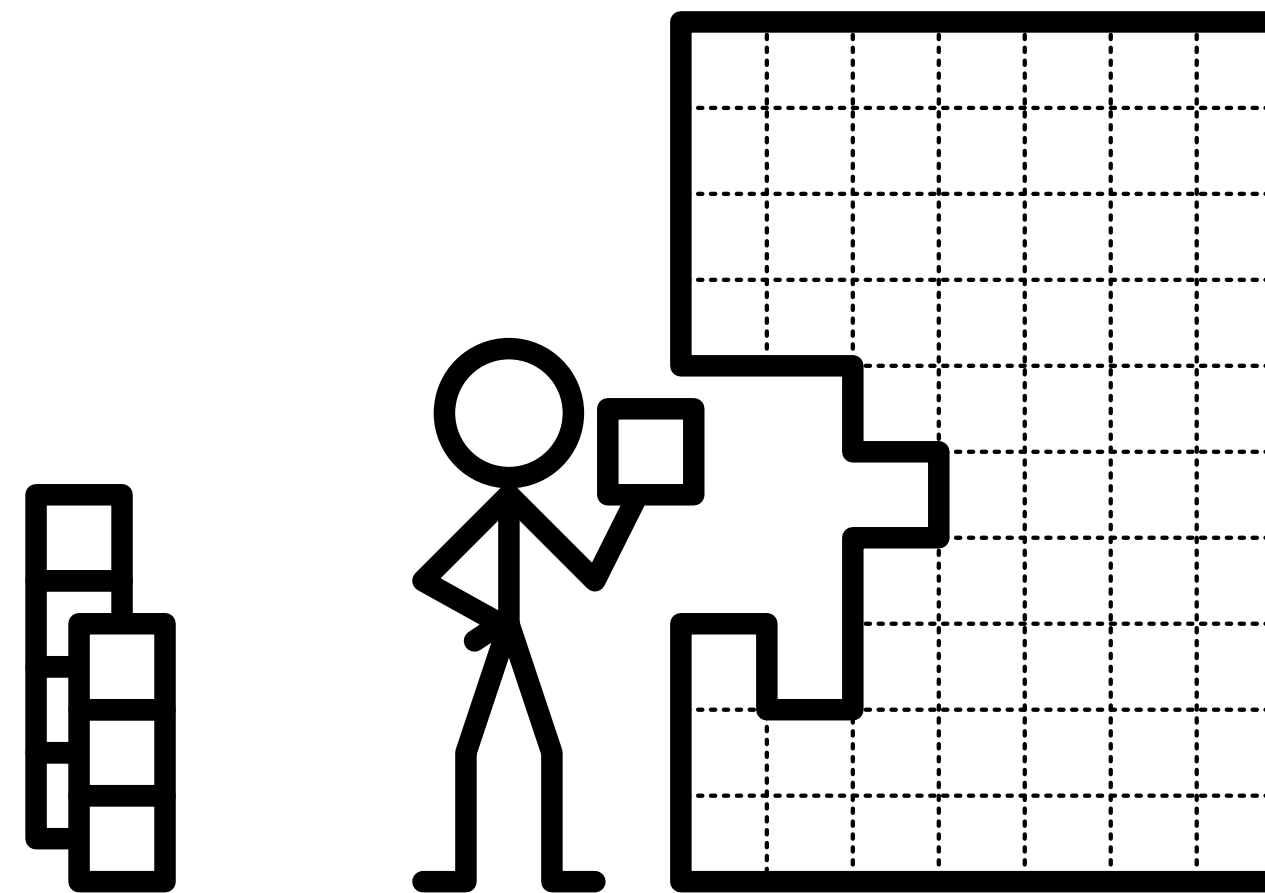
**turn work into  
a game**



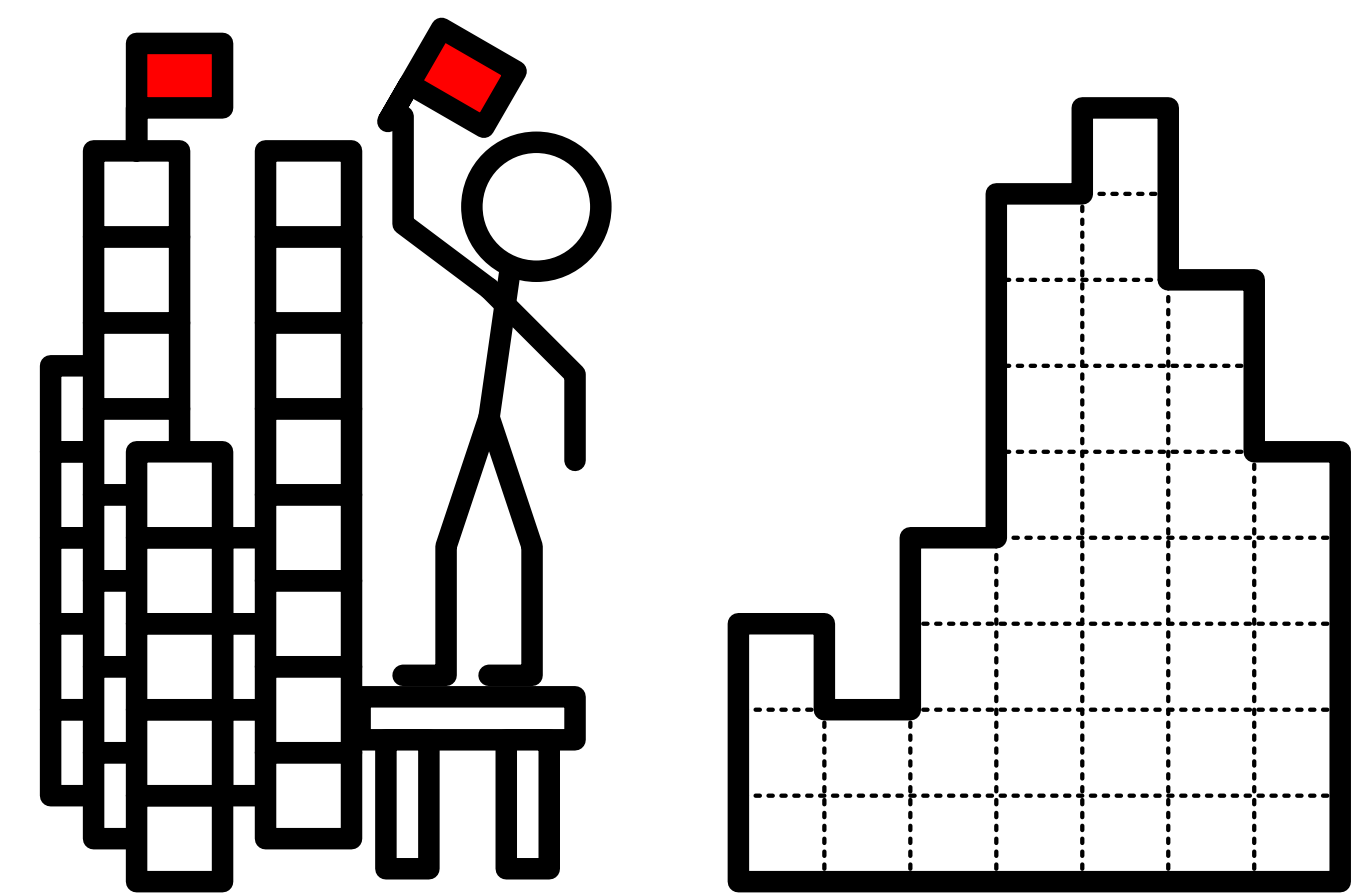
Large projects are  
intimidating.



Manage projects by dividing  
them in smaller tasks.



Give immediate feedback  
on each task.



Monitor progress and reward  
milestones.



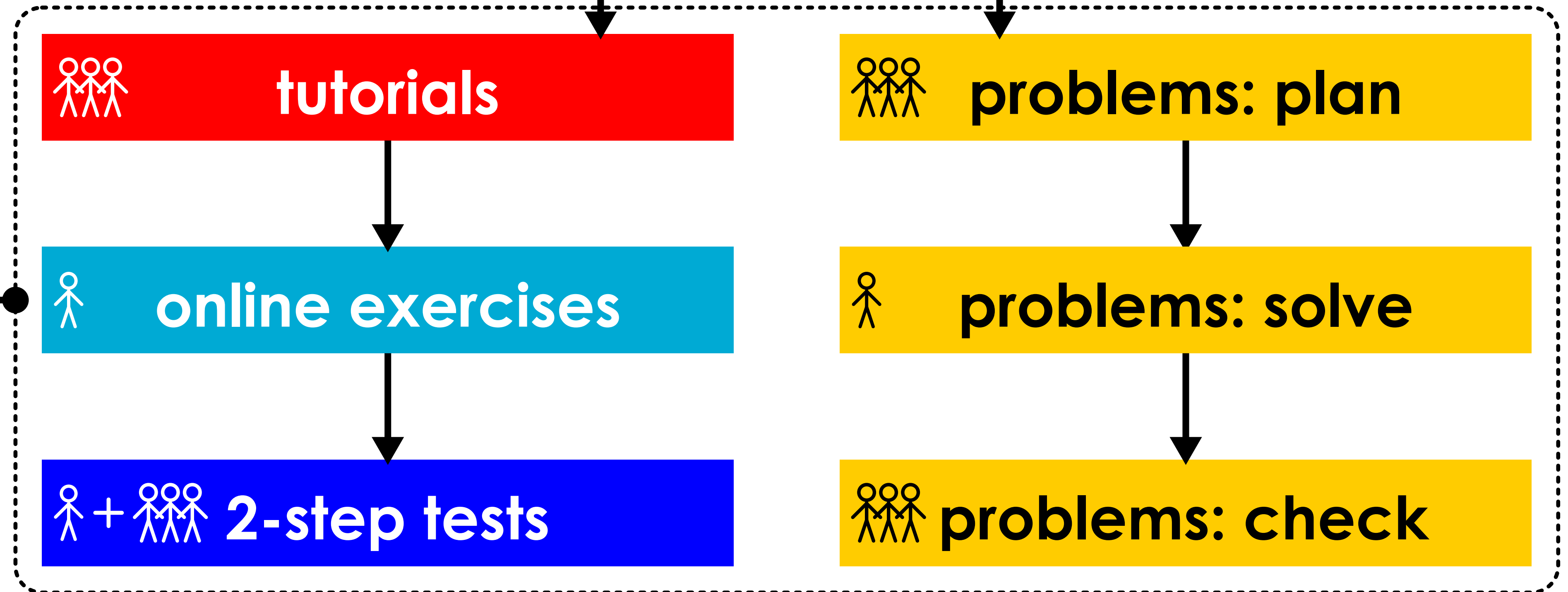
Some practical ideas



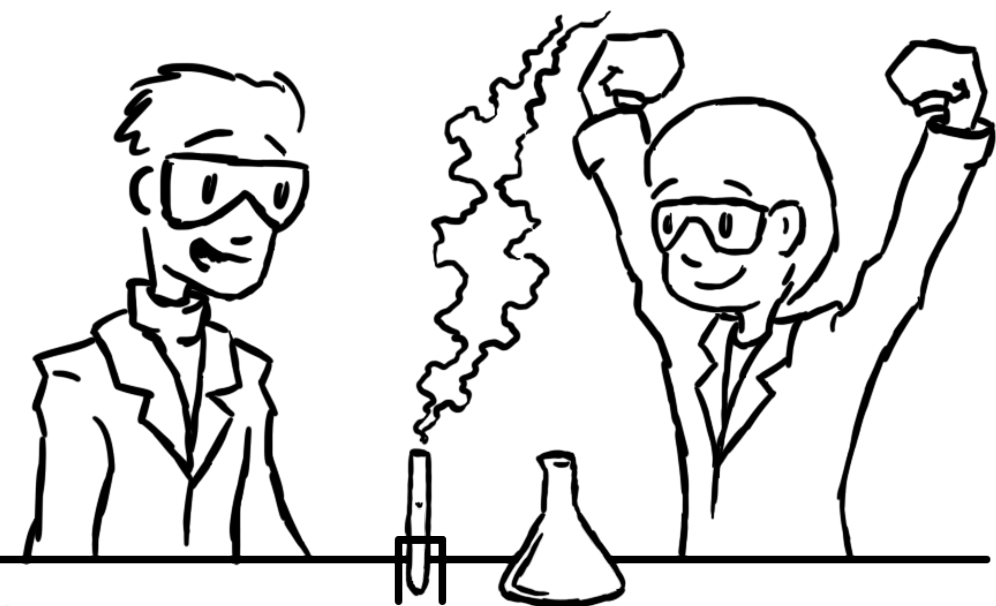
# varied activities



information



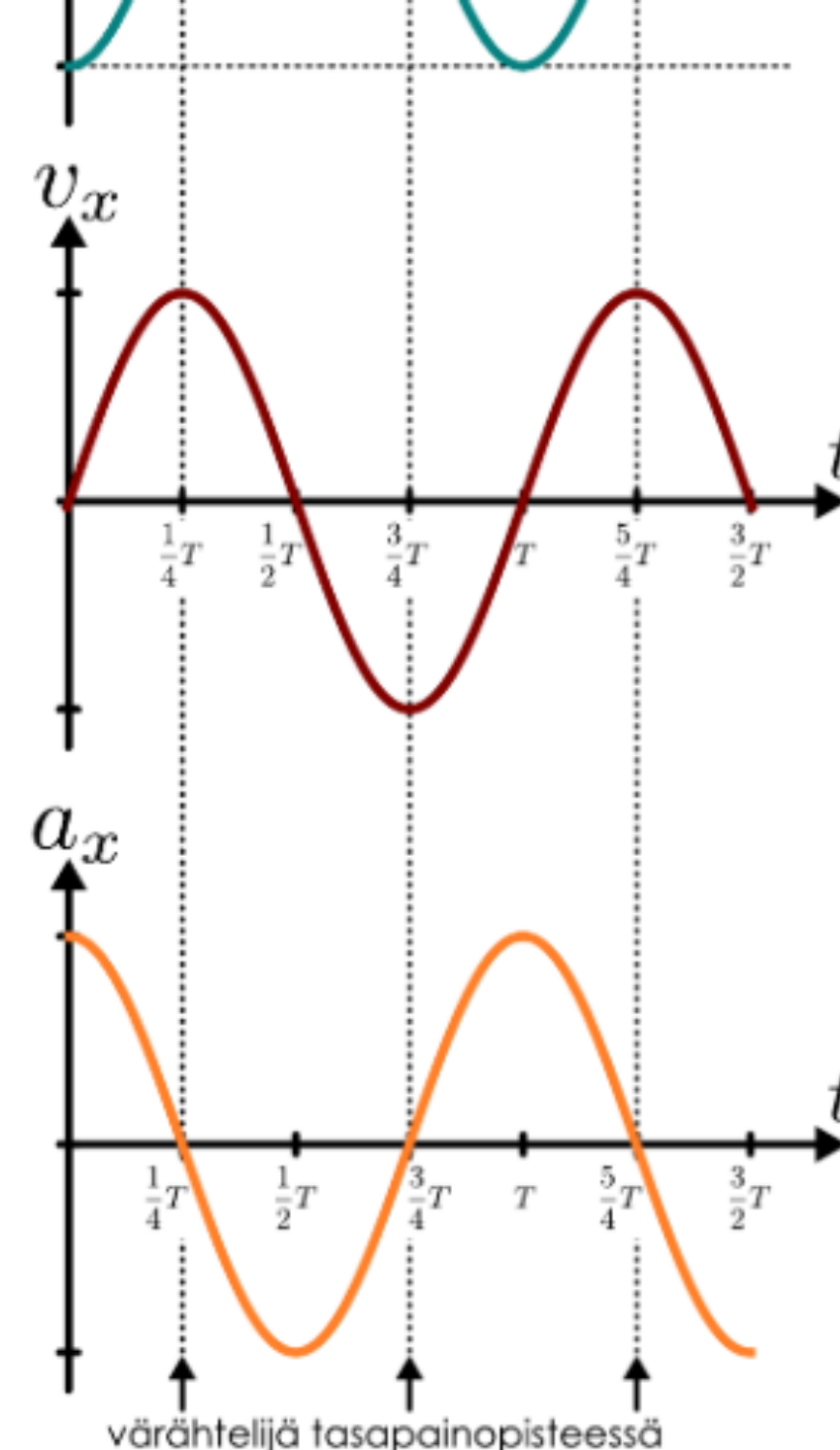
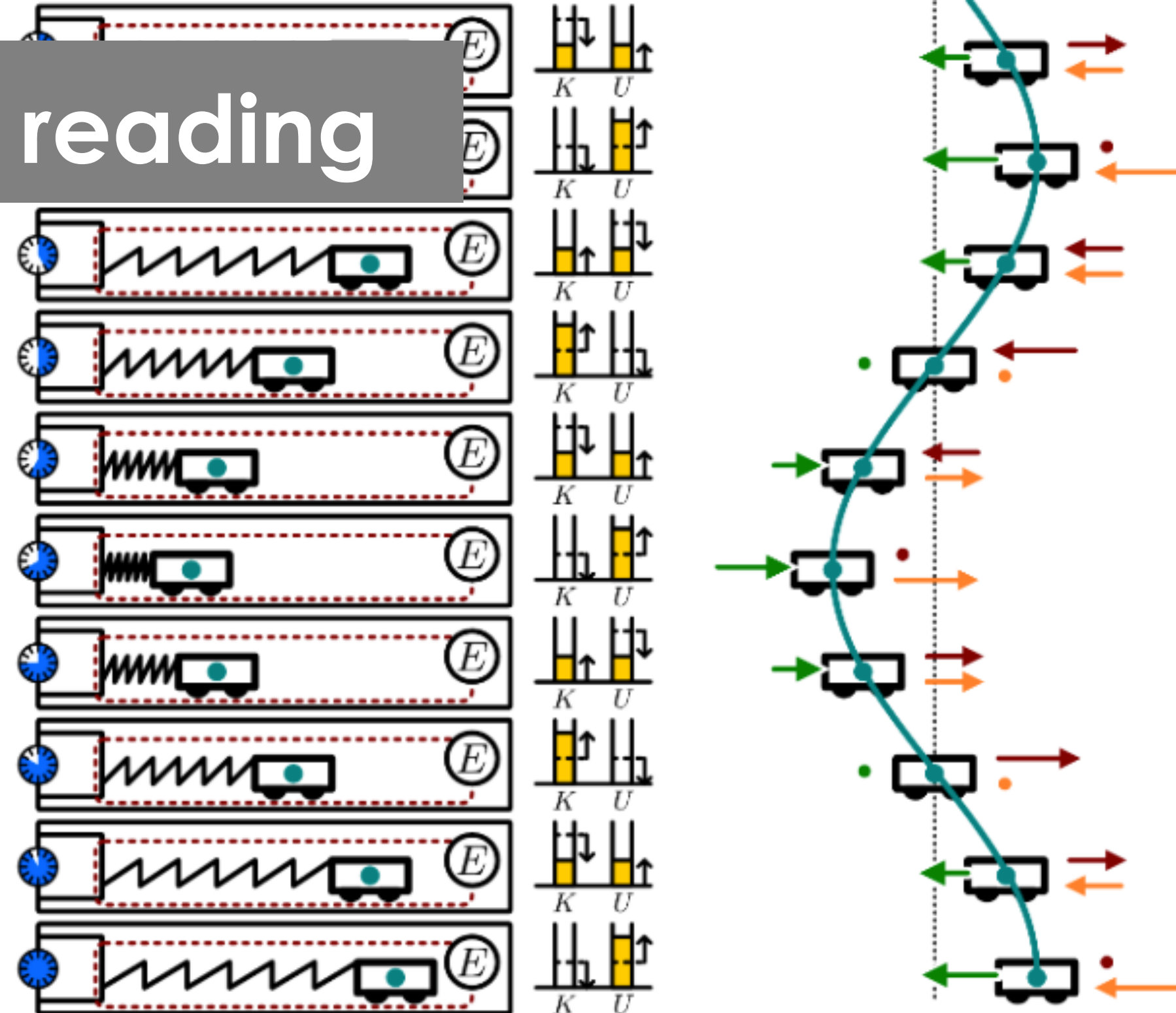
application







# reading

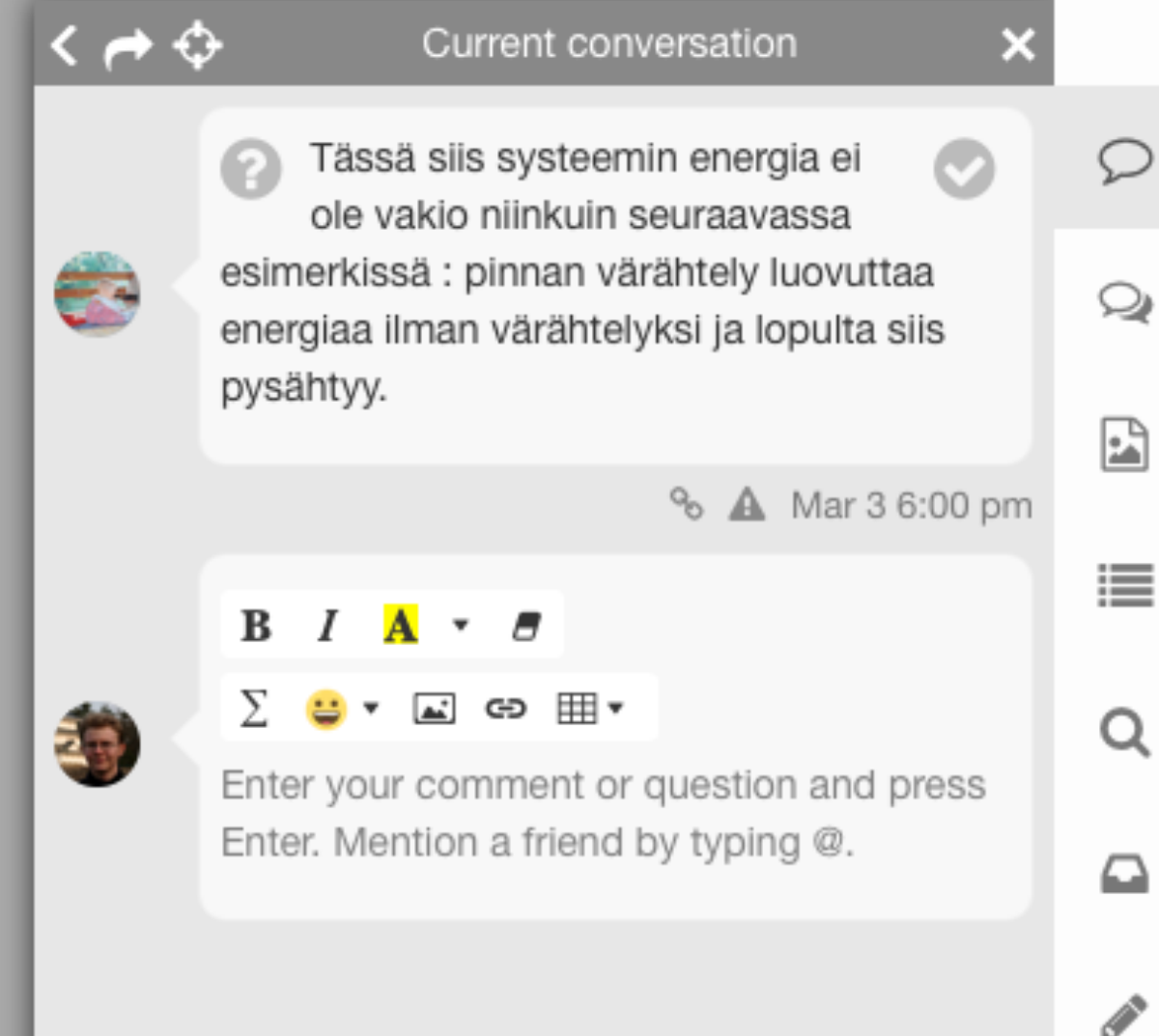


## 15.1 Harmoninen liike

### Värähtelyn perusmalli

Jaksollisessa liikkeessä systeemi palaa säännöllisin väliajoin takaisin alkutilaansa ja toistaa samaa liikettä yhä uudestaan. Tyypillinen esimerkki tällaisesta liikkeestä on heilurin heilahtelu tai jouseen kiinnitetyn kappaleen värähtely, joka toistuu kerta toisensa jälkeen samanlaisena. Tällainen liike on **värähtelyä** eli **oskillaatiota**, jossa liikkuva kappale kulkee **edestakaisin** tasapainoasemansa ympärillä. Esimerkiksi heilurilla on ollut aikoinaan suuri teknologinen merkitys kelloissa, koska aikoinaan heilurin heilahduksien laskemiseen perustuneet kellot ovat olleet tarkin tapa mitata aikaa. Nykyään näin ei enää ole, mutta modernitkin kellot perustuvat yleensä jonkinlaisen värähtelyliikkeen toistojen laskemiseen. Värähtelyliike on myös luonnossa erittäin yleistä. Jos esimerkiksi lyöt kaksi kappaletta yhteen, kuulet yleensä äänen. Tämä johtuu siitä, että kappaleiden pinnat hieman joustavat osuessaan yhteen. Jos muodonmuutos on pieni ja siis elastinen, kappaleet pyrkivät takaisin alkuperäiseen muotoonsa ja värähtelevät hetken **tämän tasapainoasemansa ympärillä**. Kappaleen pinnan värähtely saa edelleen ilman värähtelemään, mikä kuullaan lopulta äänenä.

Aloitamme harmonisen liikkeen tutkimisen tarkastelemalla kuvassa 15.2 esitettyä kitkattomalla radalla liik-



# P

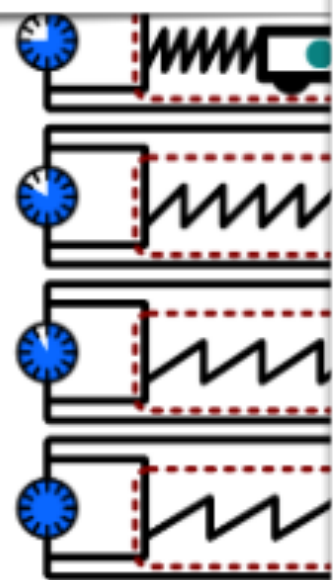
[perusall.com](https://perusall.com)

?



EK

? Kokonaisvaraus määräytyy positiivisten ja negatiivisten hiukkasten, protonien ja elektronien, mukaan. Protonin ja elektronin varaukset ovat itseisarvoltaan yhtä suuret. Vaikka systeemissä varattujen hiukkasten kokonaisvaraus muuttuu, siirry systeemin ja y



? Wikipedia kertoo staattinen sähkö mikroculombeja. Oletko sähköiskun trampoliinivoinemme todeta, että voimakas. Tavallisen coulombia, tosin suuri coulombeja. Voimme aika suuri varaus. Voi negatiivisesti varaus elektronien ylimäärä.



?

Fysikka 3 - Sähkömagneettinen vuorovaikutus

11 Sähkövaraus ja -kenttä

- Sähköisiä ilmiöitä on vaikea havaita
- yksinkertaisin keino voidaan kuitenkin kyseessä on jännitteenäköinen että varaukset
- Sähköinen vuorovaikutus
- tällä kappaleiden välillä vaikuttaa toisiinsa
- Sähkövaraus (lyh. varaus)
- kappaleita jolla ei ole sähkövaraus katsutaan neutraaliksi
- varauksista → neutraaliksi = varauksen purkautuminen ajan kuluessa
- sähköisesti varattujen ja neutraalien kappaleiden välillä voidaan kuitenkin myös havaita olevan vuorovaikutus
- attraktiivinen eli puoleltaan vetävä vuorovaikutus
- samantyyppisten varattujen kappaleiden välillä taas hylkivä
- repulsio vuorovaikutus eli poistavälikä vuorovaikutus
- vrt. painovoima → iso ero! (painovoima vain  $0 \rightarrow \infty$ )
- huomaa myös että on erillaisia sähkövarauksia
- kahden eri tavalla varattujen kappaleiden välillä on myös attraktiivinen vuorovaikutus
- Varauksia on olemassa kahta lajia positiivinen ja negatiivinen
- Tasäälä ja vain ainastaan

KK

? Kuten aiemmin mainittiin, varaus on ekstensiivinen suure. Kappale jakaa pieniin osiin, ja niiden varaus määrittämällä laskea kokonaisvaraus kappaleen kokonaisvaraus voidaan periaatteessa laskea, kun jaetaan hyvin pieniin osiin, siis tunnetaan elektronien ja protonien (kaikkien hiukkasten) määrä. Jos esimerkiksi protonista ja kahdesta elektronista kappaleen varaus halutaan laskea varaukset yhteen:  $+1 +1 +1 +(-1)$  Kappale on positiivisesti (+1) varaus

+1 ? mikäköhän tarkkaan ottaen on ilmiön syynä? Eikö esim. elektronit liiku aika nopeasti verrattuna ihmisen kädenliikkeeseen. Ehkäpä ison elektronijoukon nettoliikenopeus on kuitenkin tässä avainsana, sähköhän virtaa melko hitaasti johteessa.

Jan 10 12:43 am

? Eivät esimerkiksi pitkien molekyylien elektronit välttämättä juurikaan pääse liikkumaan. Ja kysehän on todennäköisyyksistä. Teipissäkin vain pieni murto-osa liimapinnan elektroneista jää "väärälle puolelle".



? Salamaniskussa varaus on 15-350 C ja perinteisen AA-pariston varaus on noin 5 kC. 1 C on siis mielestäni kohtuu suuri varaus. Voidaan arvioida, että teipissä on noin  $10^{22}$  atomia, jolloin protoneita on siis  $5 \cdot 10^{21}$  ja elektroneja  $5 \cdot 10^{21}$ . Koska teipin varaus on joitakin mikroculombeja on elektronien ylimäärä n.  $6.242 \cdot 10^{12}$  kpl, jolloin suhde on n.  $1000000002:1000000000$  (Eli elektronien suhde protoneihin negatiivisesti varatussa teipissä on hyvin lähellä 1:1, mutta se aiheuttaa suhteellisen suuren voiman)

33 am

Jan 8 6:08 pm

värähtelemään, mikä kuullaan lopulta ä

Jan 8 8:46 pm

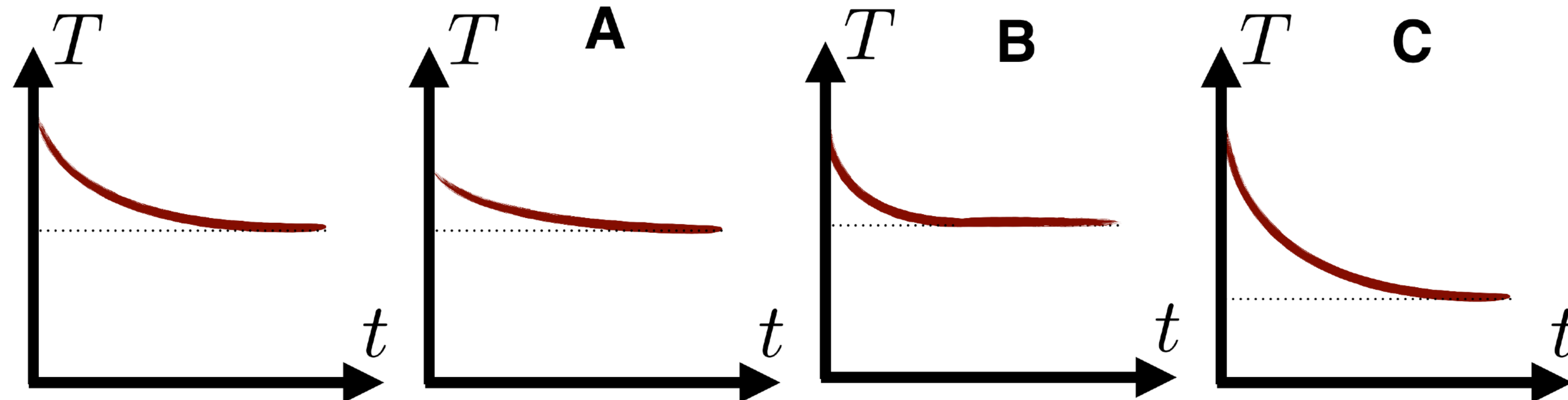
om

?





Vasemmanpuoleisin kuvaaja esittää termospullossa olevan veden lämpötilaa ajan funktiona, kun pullo on täysi. Millainen kuvaaja olisi saatu, jos pullo olisi ollut puolillaan?



**D** kuvaaja ei muutu

**E** ei mikään näistä

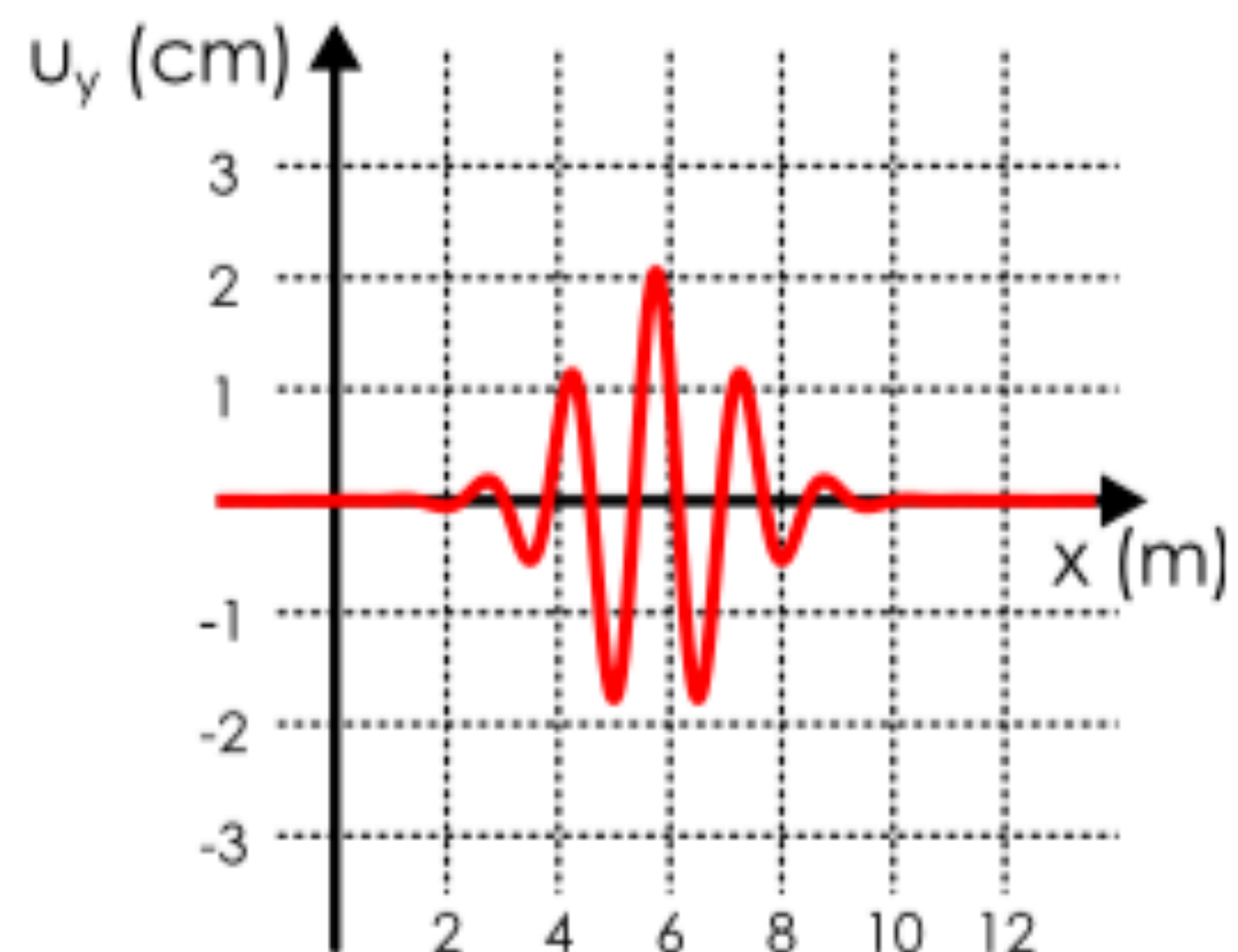




Vasemmanpuoleisin kuvaaja esittää termospullossa olevan veden lämpötilaa ajan funktiona, kun pullo on täysi. Millainen kuvaaja olisi saatu, jos pullo olisi ollut puolillaan?

## 2 Aaltopulssi:

Alla on piirretty erään aallon aaltofunktio ajan hetkellä  $t = 0$ . Aalto kulkee positiiviseen  $x$ -suuntaan.

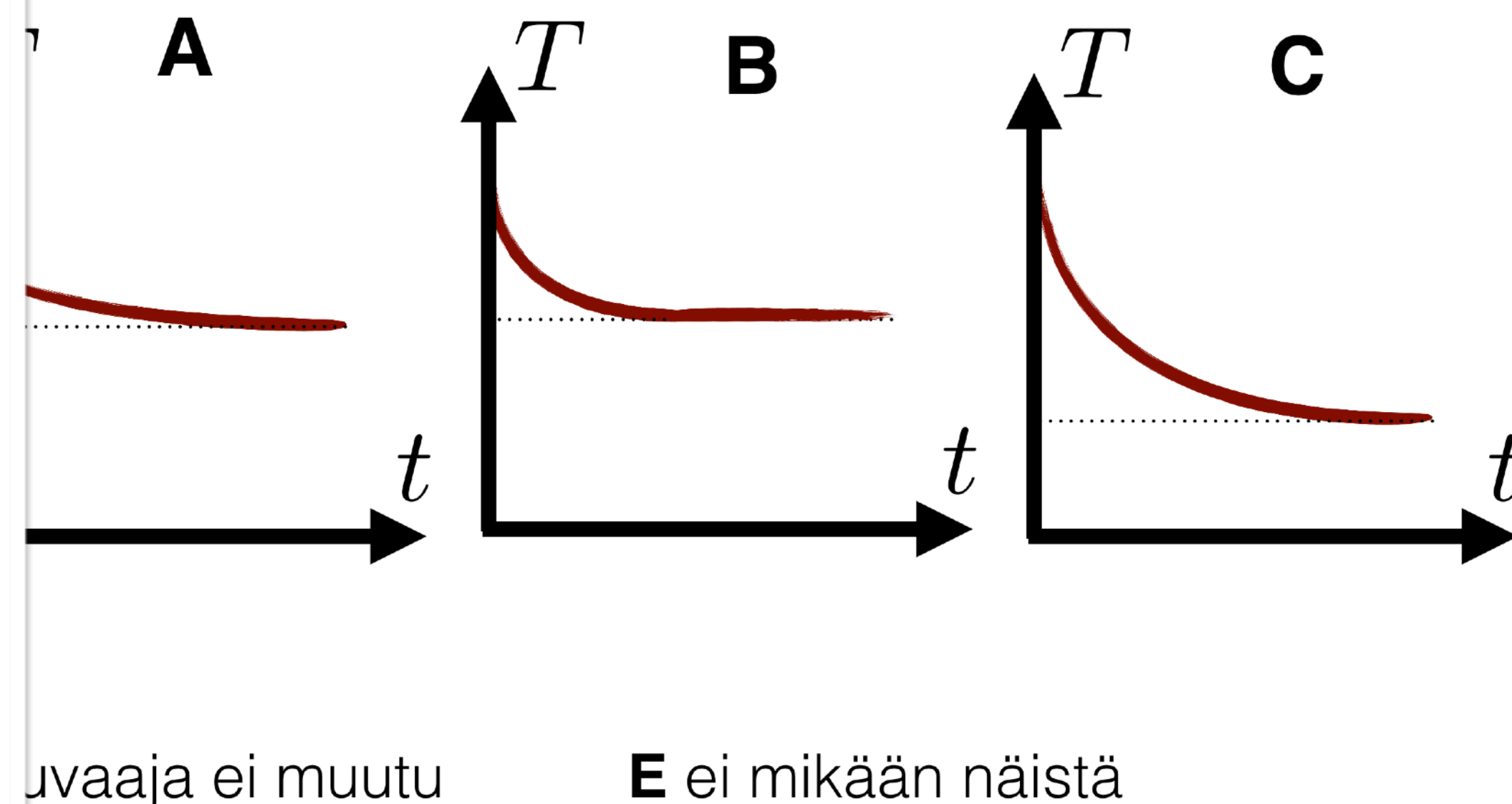


(a) Arvioi aallon keskimääräinen aaltoluku ja aallonpituus kuvasta. Selitä, miten olet nämä arvioinut.

$k =$

$\lambda =$

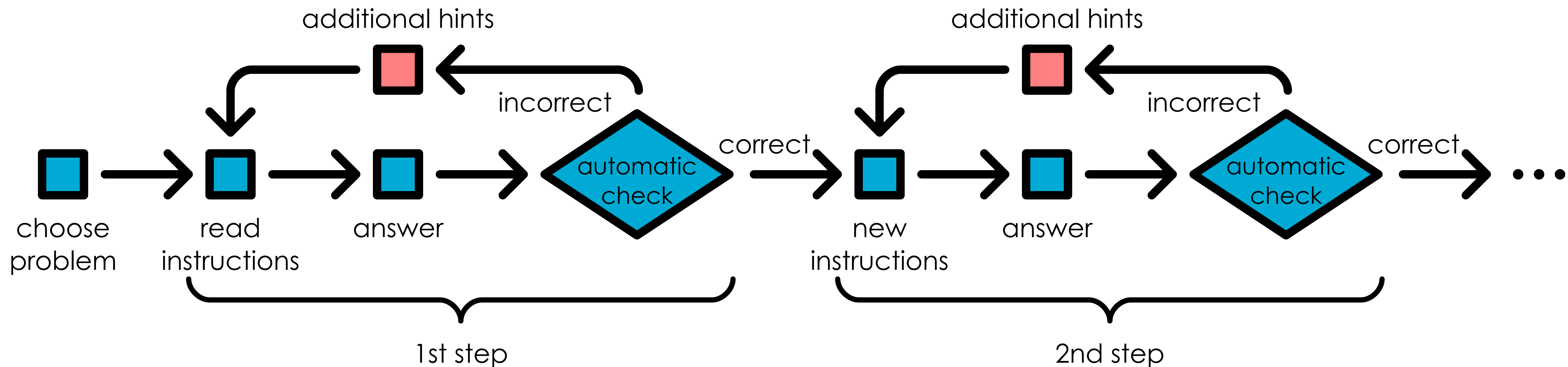
Selitys:



kuvaaja ei muutu

**E** ei mikään näistä







# online exercises

instructions

Tämän tuloksen avulla voidaan laskea myös kahden kompleksiluvun osamäärä

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{z_1 z_2^*}{z_2 z_2^*} = \frac{z_1 z_2^*}{|z_2|^2}.$$

questions

Mitä on  $|z_1|^2$ ?

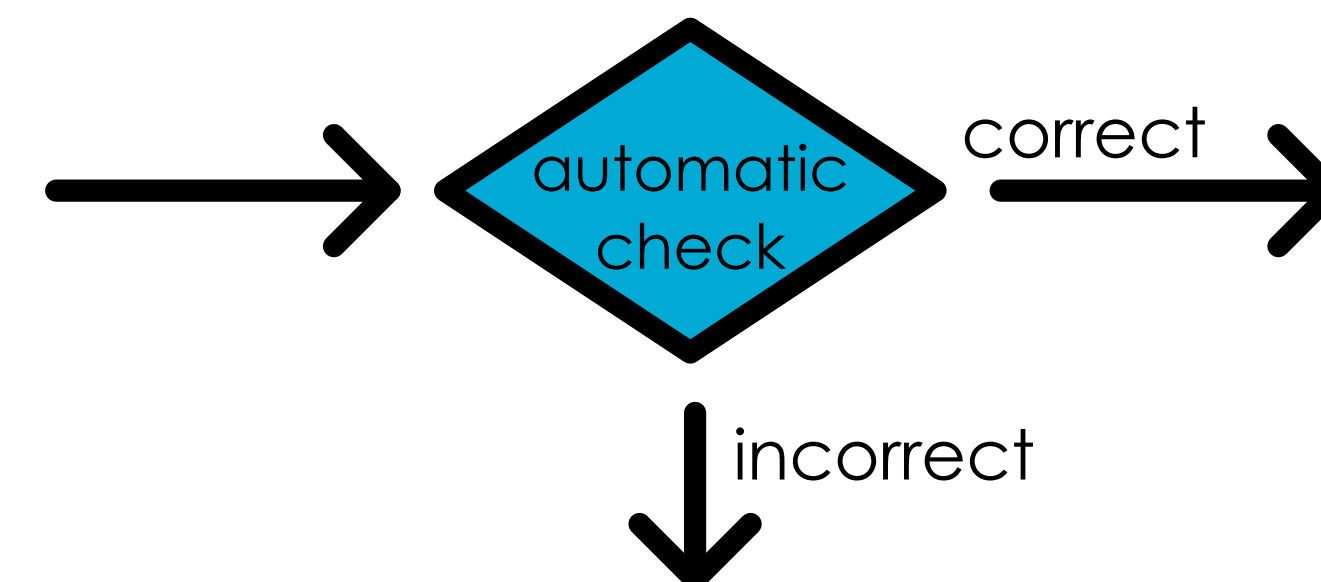
11.05

Mitä on  $|z_2|$ ?

6.236986452

Mikä on osamäärän  $z_1/z_2$  reaaliuus?

Mikä on osamäärän  $z_1/z_2$  imaginääriosuus?



Oikein.

try  
again

Muista itseisarvoa tai sen neliötä laskiessasi, milloin pitää ottaa neliöjuuri.

Osamäärän laskussa kerrotaan ensin osoittaja auki,

$$z_1 z_2^* = (x_1 + iy_1)(x_2 - iy_2) = (x_1 x_2 + y_1 y_2) + i(x_2 y_1 - x_1 y_2).$$

Sitten voidaan laskea nimittäjä

$$|z_2|^2 = x_2^2 + y_2^2,$$

jolloin osamäärän reaali- ja imaginääriosuuksiksi saadaan

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{x_1 x_2 + y_1 y_2}{x_2^2 + y_2^2} + i \frac{x_2 y_1 - x_1 y_2}{x_2^2 + y_2^2}$$

additional  
hints





# scheduling

homework: at own pace but with strict deadlines

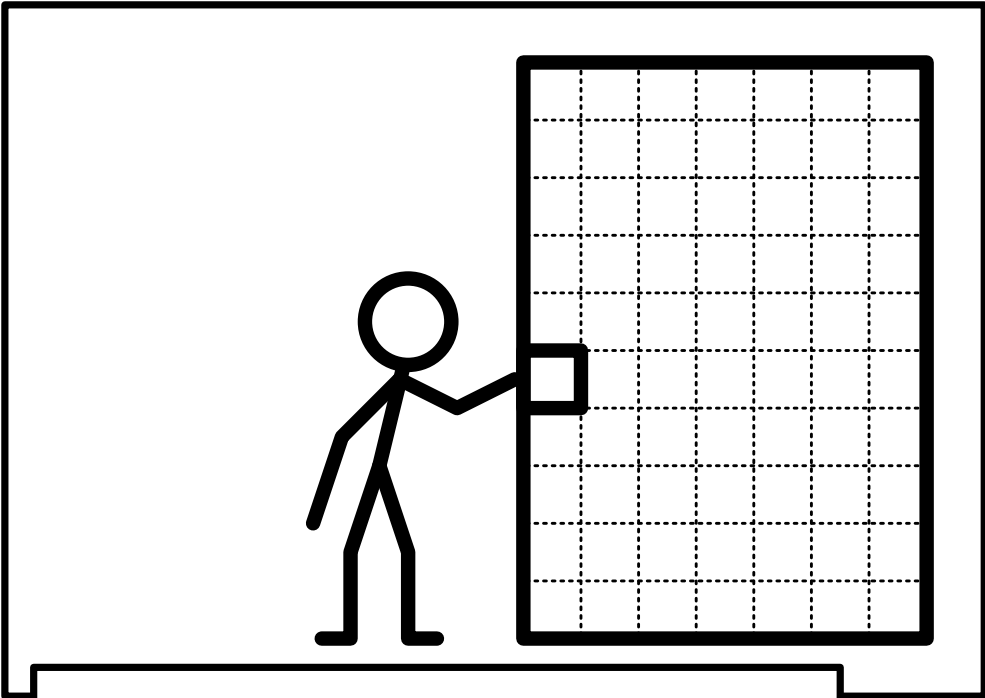
**Fysiikka 1 2018**

	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.
	ma	ti	ke	to	pe	la	su	ma	ti	ke	to	pe	la	su	ma	ti	ke	to	pe	la	su	ma	ti	ke	to	pe	la
läksyt		1			1		2		2				3			3									4	1	
opetus			1					1		2					2		3		1-2			3		1-3		1-2	

meetings: mostly short but intense group work sessions



# scheduling



Manage projects by dividing them in smaller tasks.

## Fysiikka 1 2018

1 2018	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.
	ma	ti	ke	to	pe	la	su	ma	ti	ke	to	pe	la	su	ma	ti	ke	to	pe	la	su	ma	ti	ke	to	pe	la
läksyt		1			1		2		2				3			3									4	1	
opetus			1					1		2					2		3		1-2			3		1-3		1-2	

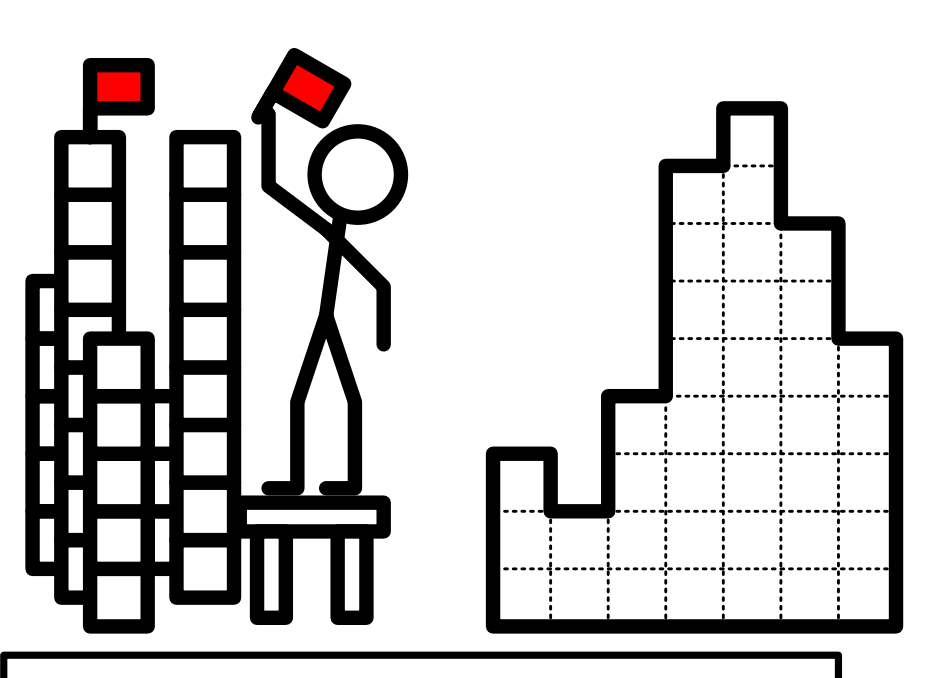
## workload



continuous commitment  
continuous reward?

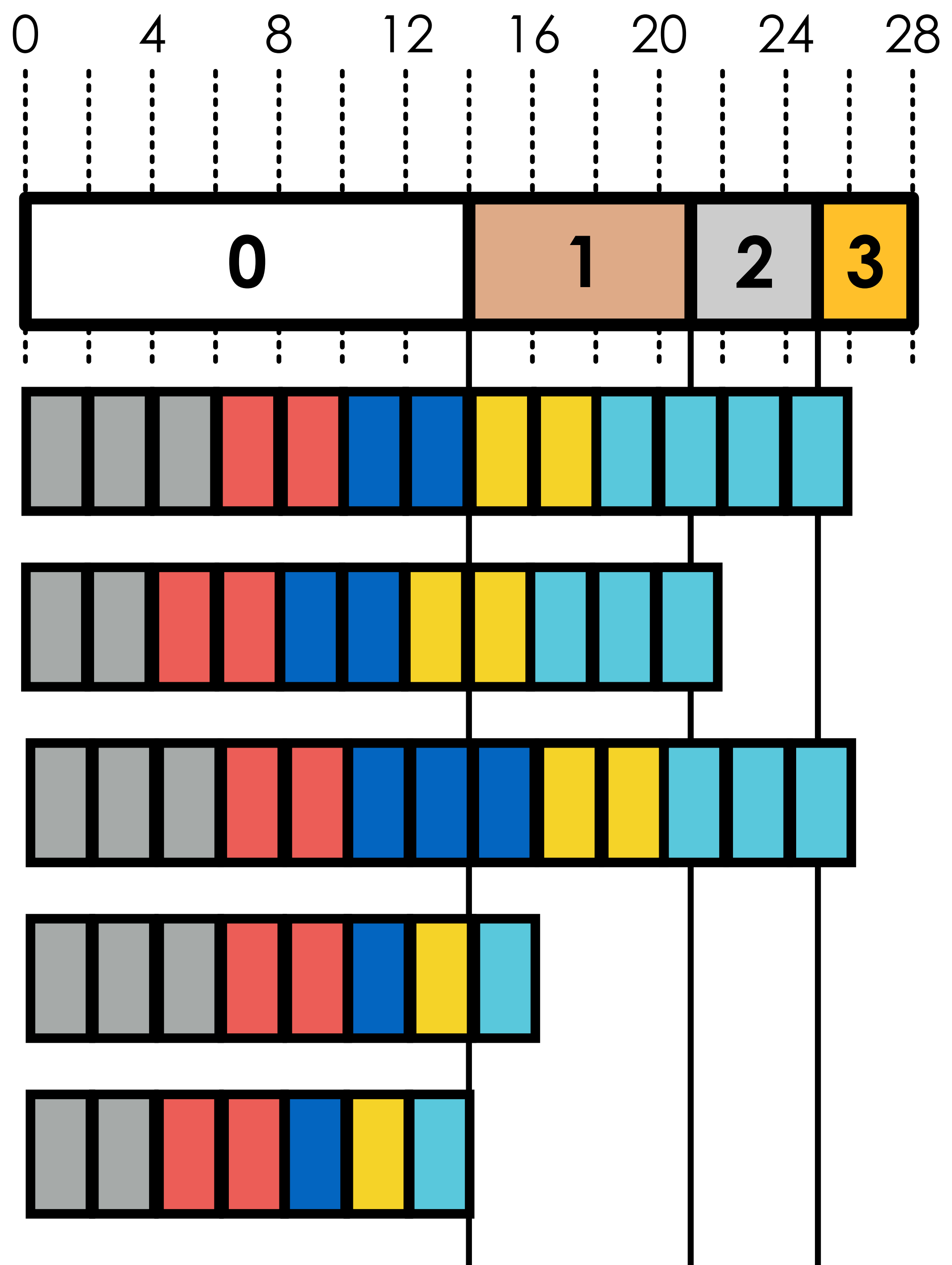


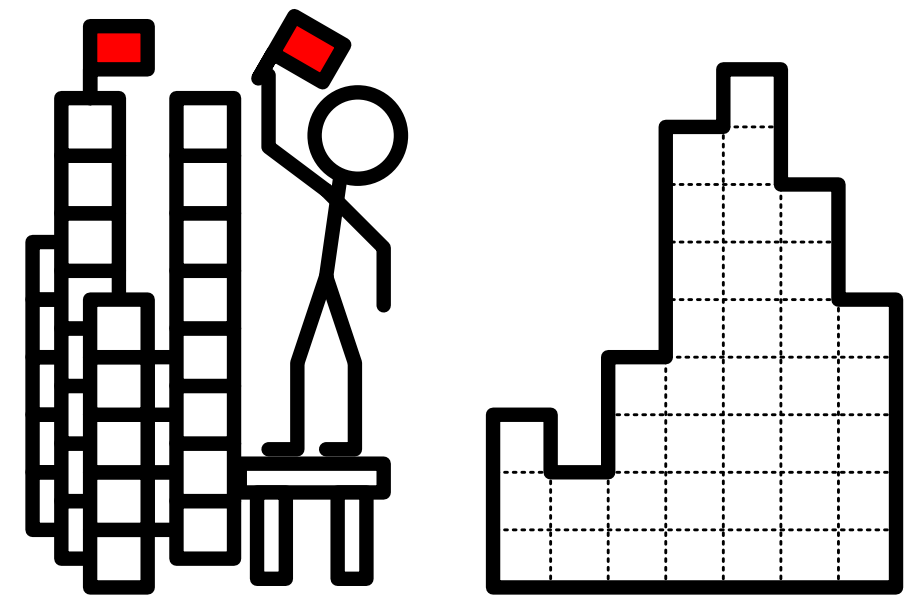




Monitor progress and reward milestones.

module level





Monitor progress and reward milestones.

host the game  
for the students

**VILLE**

[ville.utu.fi](http://ville.utu.fi)



1. MODUULI 1: JAKSOLLINEN LIIKE



2. MODUULI 2: YKSIULOTTEINEN AALTOLIIKE



3. MODUULI 3: MONIULOTTEINEN AALTOLIIKE





























































































4. MODUULI 4: FOTONI JA KVANTTIMEKAANINEN ELEKTRONI



5. MODUULI 5: KVANTITTUMINEN



LAST NAME	MODUULI 1: JAKSOLLINEN LIIKE		MODUULI 2: YKSIULOTTEINEN AALTOLIIKE		MODUULI 3: MONIULOTTEINEN AALTOLIIKE	
Salomaa	77 %	 Kulta	80 %	 Kulta	80 %	 Kulta
Toivonen	77 %	 Kulta	77 %	 Kulta	80 %	 Kulta
Lastunen	77 %	 Kulta	77 %	 Kulta	77 %	 Kulta
Luomala	72 %	 Hopea	77 %	 Kulta	77 %	 Kulta
Tuomola	77 %	 Kulta	77 %	 Kulta	75 %	 Hopea
Hannula	66 %	 Hopea	77 %	 Kulta	72 %	 Hopea
Kyyrönen	75 %	 Hopea	77 %	 Kulta	66 %	 Hopea
Ahlberg	63 %	 Hopea	77 %	 Kulta	66 %	 Hopea
Mattila	63 %	 Hopea	77 %	 Kulta	66 %	 Hopea
Humalamäki	55 %	 Pronssi	77 %	 Kulta	63 %	 Hopea
Sarekivi	77 %	 Kulta	75 %	 Hopea	75 %	 Hopea
Lehtonen	63 %	 Hopea	75 %	 Hopea	66 %	 Hopea
Kääriä	75 %	 Hopea	75 %	 Hopea	63 %	 Hopea
Nykänen	63 %	 Hopea	75 %	 Hopea	63 %	 Hopea
Tuomela	50 %	 Pronssi	72 %	 Hopea	61 %	 Pronssi
Laine	66 %	 Hopea	69 %	 Hopea	69 %	 Hopea
Antila	63 %	 Hopea	69 %	 Hopea	63 %	 Hopea
Isomoisio	77 %	 Kulta	66 %	 Hopea	72 %	 Hopea
Yli-Laurila	66 %	 Hopea	66 %	 Hopea	63 %	 Hopea
Korteniemi	52 %	 Pronssi	66 %	 Hopea	55 %	 Pronssi
Heinonen	69 %	 Hopea	63 %	 Hopea	77 %	 Kulta
Tiensuu	66 %	 Hopea	63 %	 Hopea	72 %	 Hopea
Hynnä	63 %	 Hopea	63 %	 Hopea	61 %	 Pronssi
Peltola	52 %	 Pronssi	63 %	 Hopea	52 %	 Pronssi
Aaltonen	63 %	 Hopea	63 %	 Hopea	50 %	 Pronssi
Pitkänen	66 %	 Hopea	61 %	 Pronssi	61 %	 Pronssi
Lehtinen	63 %	 Hopea	55 %	 Pronssi	52 %	 Pronssi
Ruohonen	61 %	 Pronssi	55 %	 Pronssi	52 %	 Pronssi
Koskinen	50 %	 Pronssi	52 %	 Pronssi	52 %	 Pronssi
Kalliokoski	61 %	 Pronssi	52 %	 Pronssi	50 %	 Pronssi

VILLE

ville.utu.fi

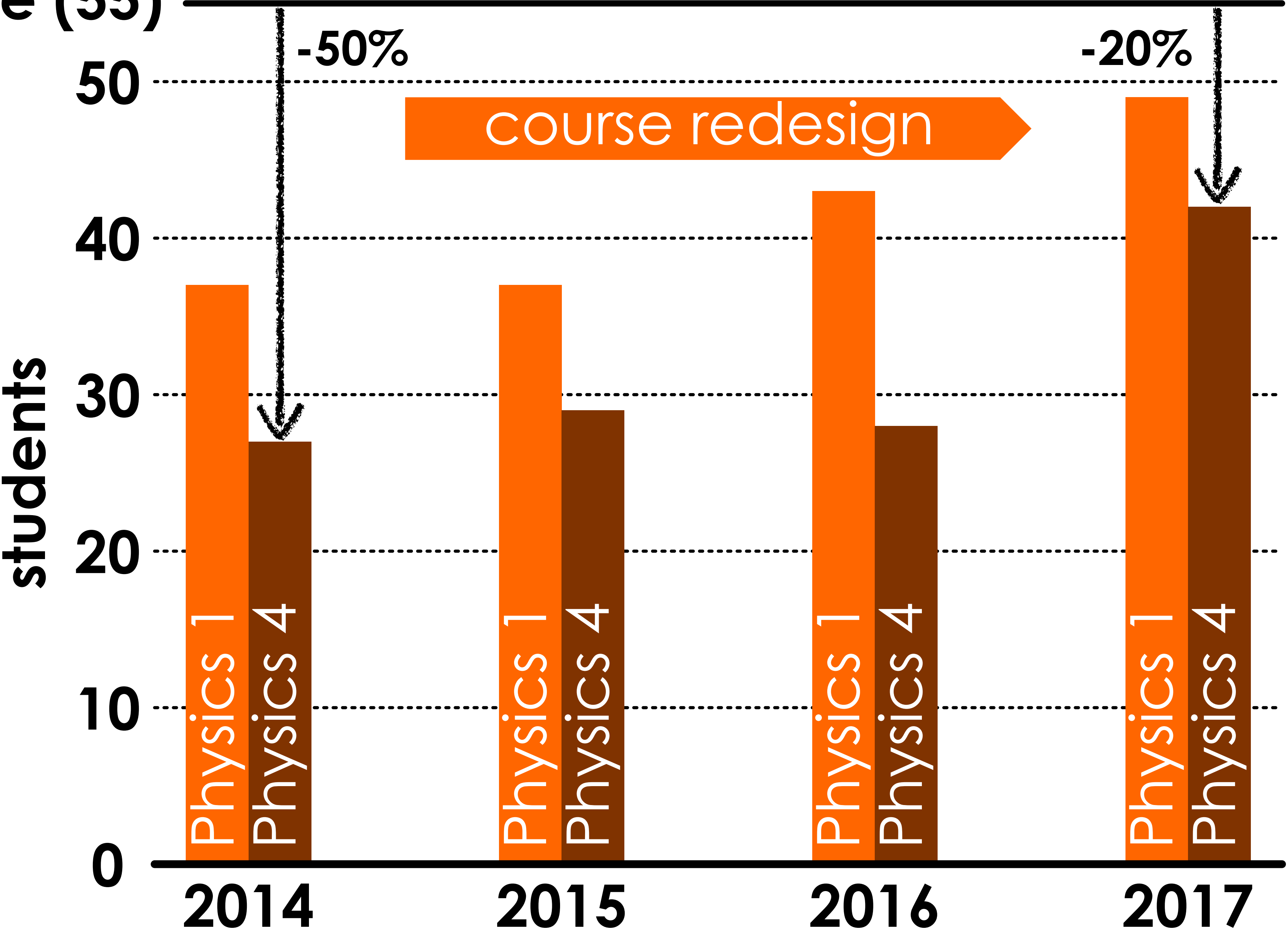
real-time  
analytics for  
the teacher

# Some results





student intake (55)

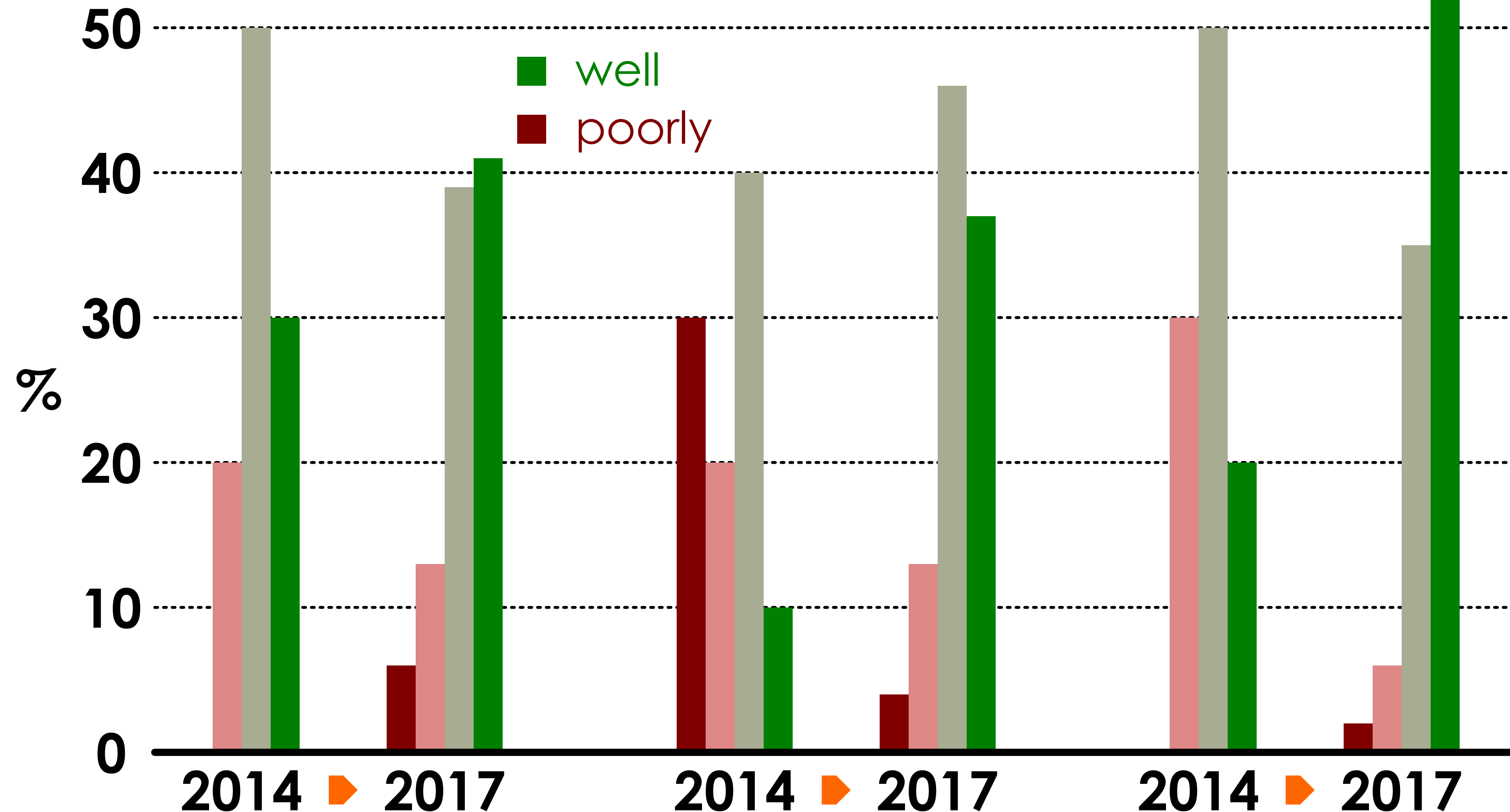


## student feedback (Physics 2)

"I was committed to my studies."

"I learned to apply theory in practice."

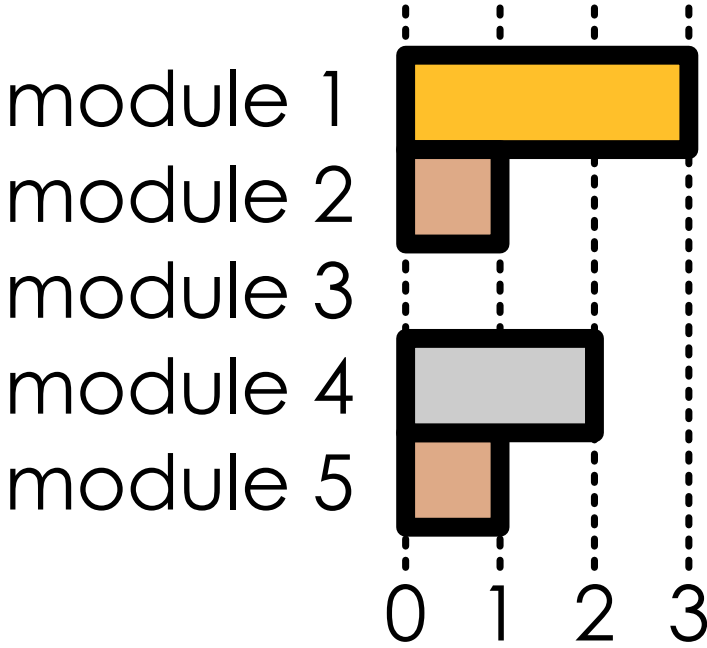
"The teaching methods supported my learning."



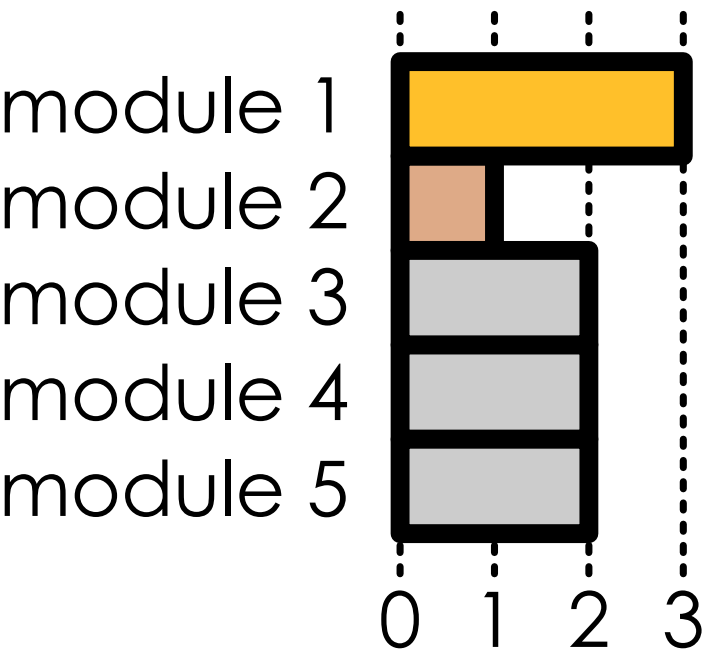
# Physics 4 2018

(incl. non-majors)

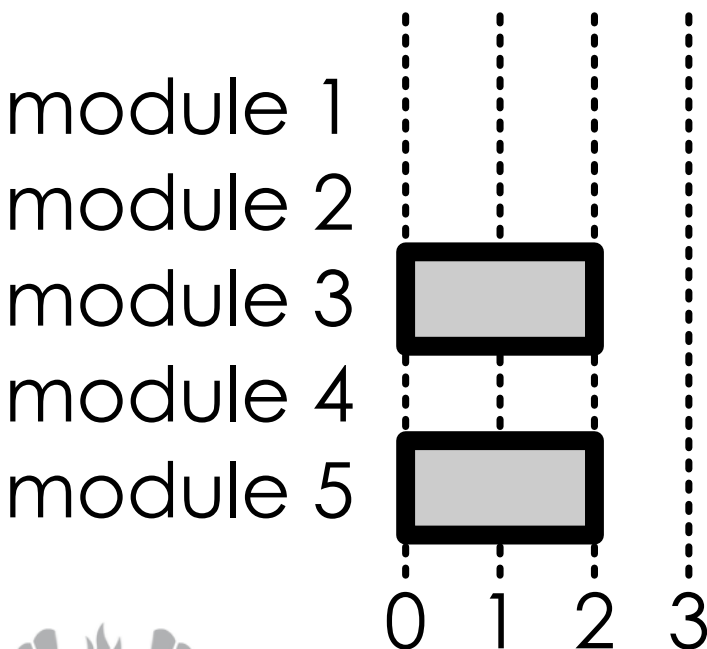
during course



best scores



exam

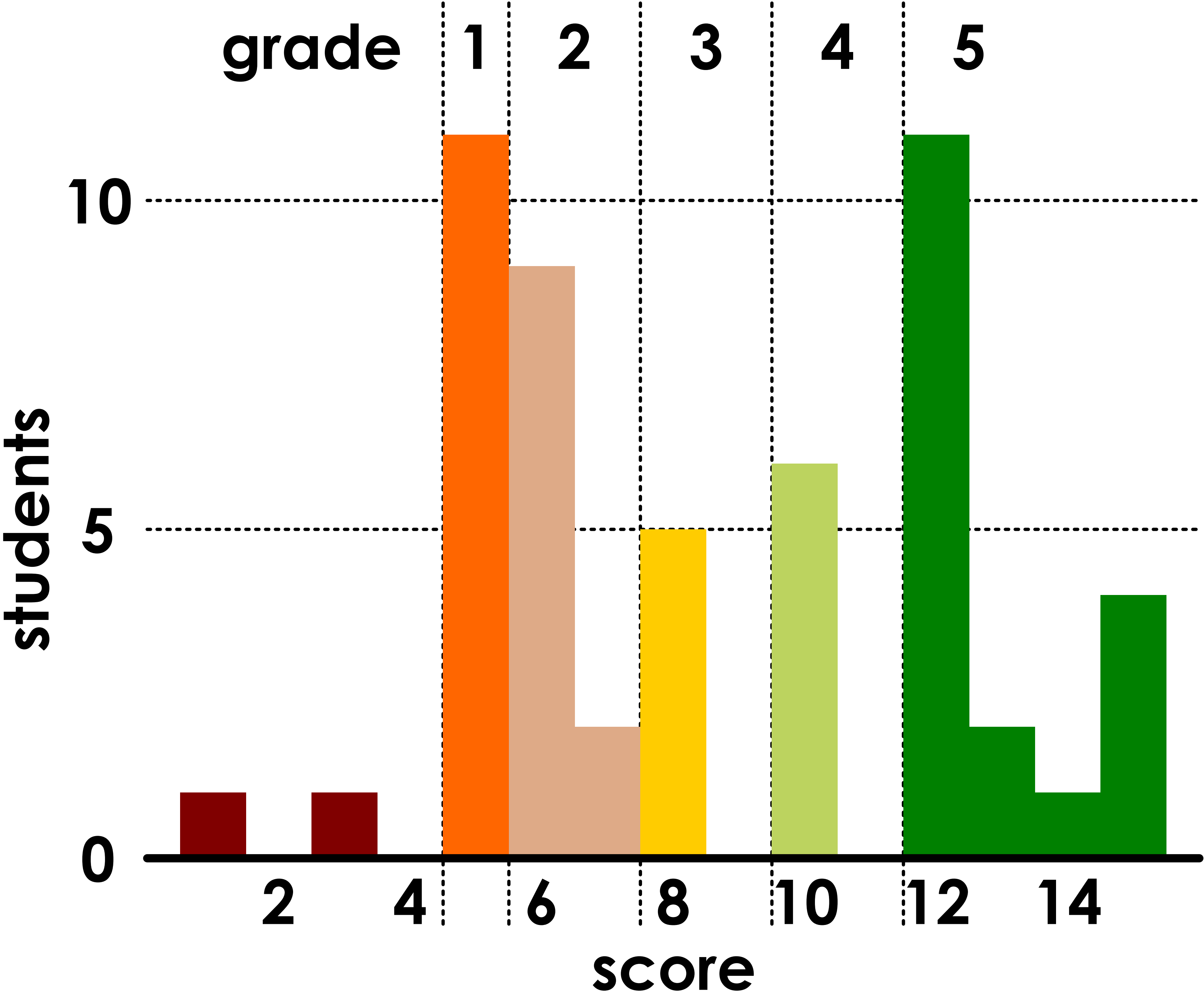


activities	exam 1	exam 2	exam 3	best
2 2 1 1 2				2 2 1 1 2
2 3 2 3 3				2 3 2 3 3
2 2 2 2 2				2 2 2 2 2
2 1 1 1 3				2 1 1 1 3
1 1 1 1 1				1 1 1 1 1
1 1 1 1 1	2			1 1 2 1 1
2 3 3 2 2				2 3 3 2 2
2 1 0 1 0	2			2 1 0 1 2
3 2 3 2 2				3 2 3 2 2
1 3 2 3 3				1 3 2 3 3
2 2 2 2 2				2 2 2 2 2
3 2 3 2 2				3 2 3 2 2
2 1 1 1 1				2 1 1 1 1
2 1 1 0 1				2 1 1 0 1
1 1 2 1 1				1 1 2 1 1
1 1 1 1 1				1 1 1 1 1
1 2 1 1 0				1 2 1 1 0
1 1 1 1 1	2			1 1 2 1 1
1 0 2 2 2	1			1 1 2 2 2
- - 0 1 0	1 3	2		1 3 2 1 0
2 3 2 2 3				2 3 2 2 3
3 3 2 2 2				3 3 2 2 2



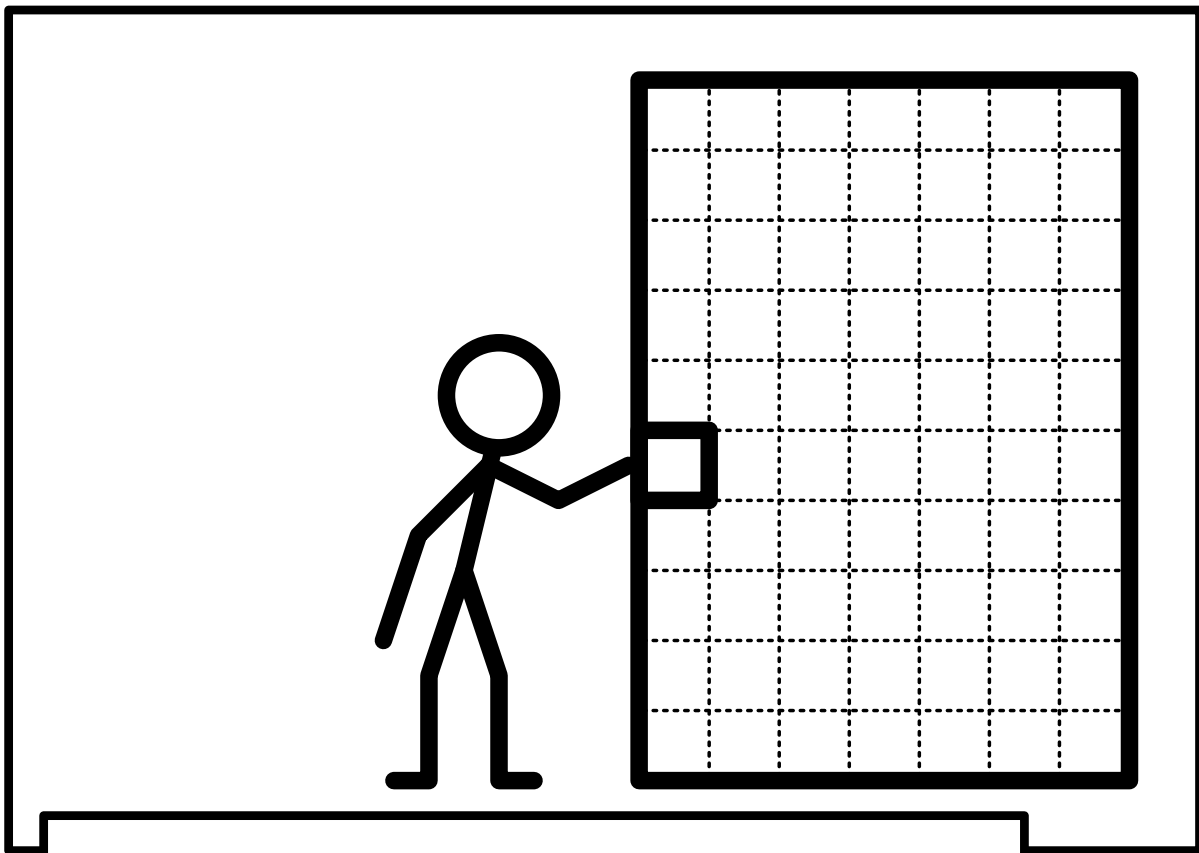


Physics 4 2018  
(incl. non-majors)



Some reflection





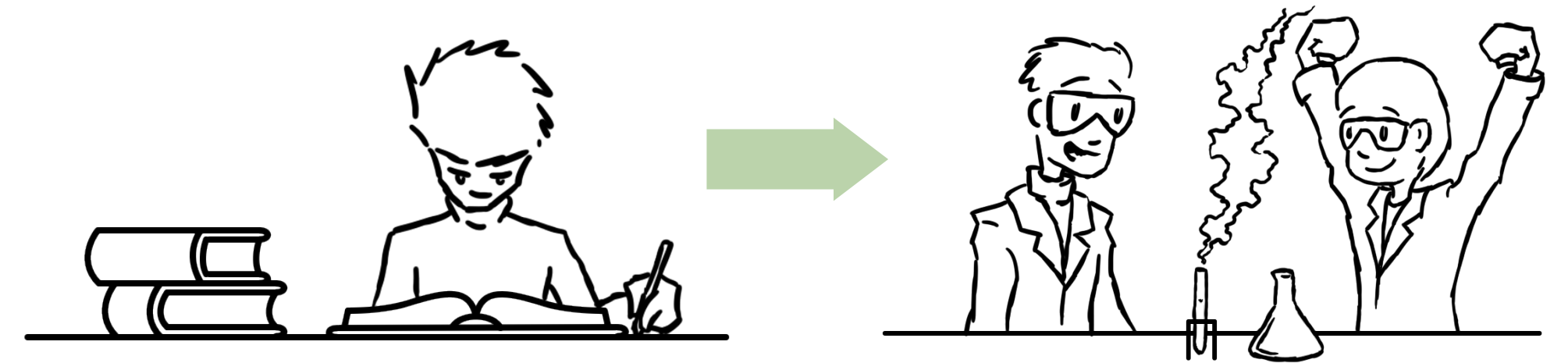
Manage projects by dividing them in smaller tasks.

many first-year students need a school-like environment: give them structure, schedules, rules

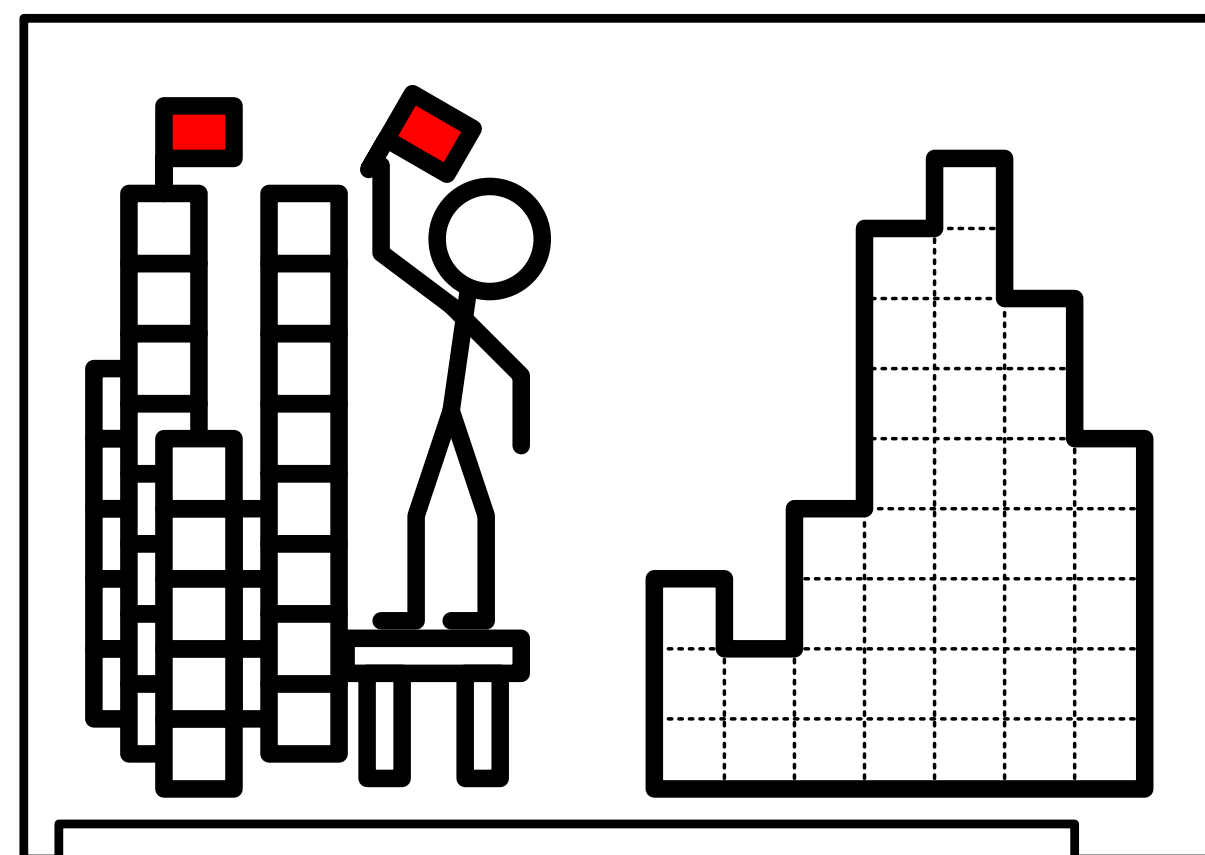
Fysiikka 1 2018

a 1 2018	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
	ma	ti	ke	to	pe	la	su	ma	ti	ke	to	pe	la	su	ma	ti	ke	to	pe	la	su	ma	ti	ke	to	pe	la	su	ma	ti	ke	to	pe	la	su	ma	ti	ke
läksyt		1			1		2		2				3			3								4	1		4				5	2				5		
opetus			1					1		2				2		3		1-2			3		1-3		1-2			4		4					2-4		5	

many students are suspicious of non-traditional teaching: justify your methods



many students need external motivators to stay committed: give feedback and rewards



Monitor progress and reward milestones.



1. MODUULI 1: JAKSOLLINEN LIIKE



2. MODUULI 2: YKSIULOTTEINEN AALTOLIIKE

