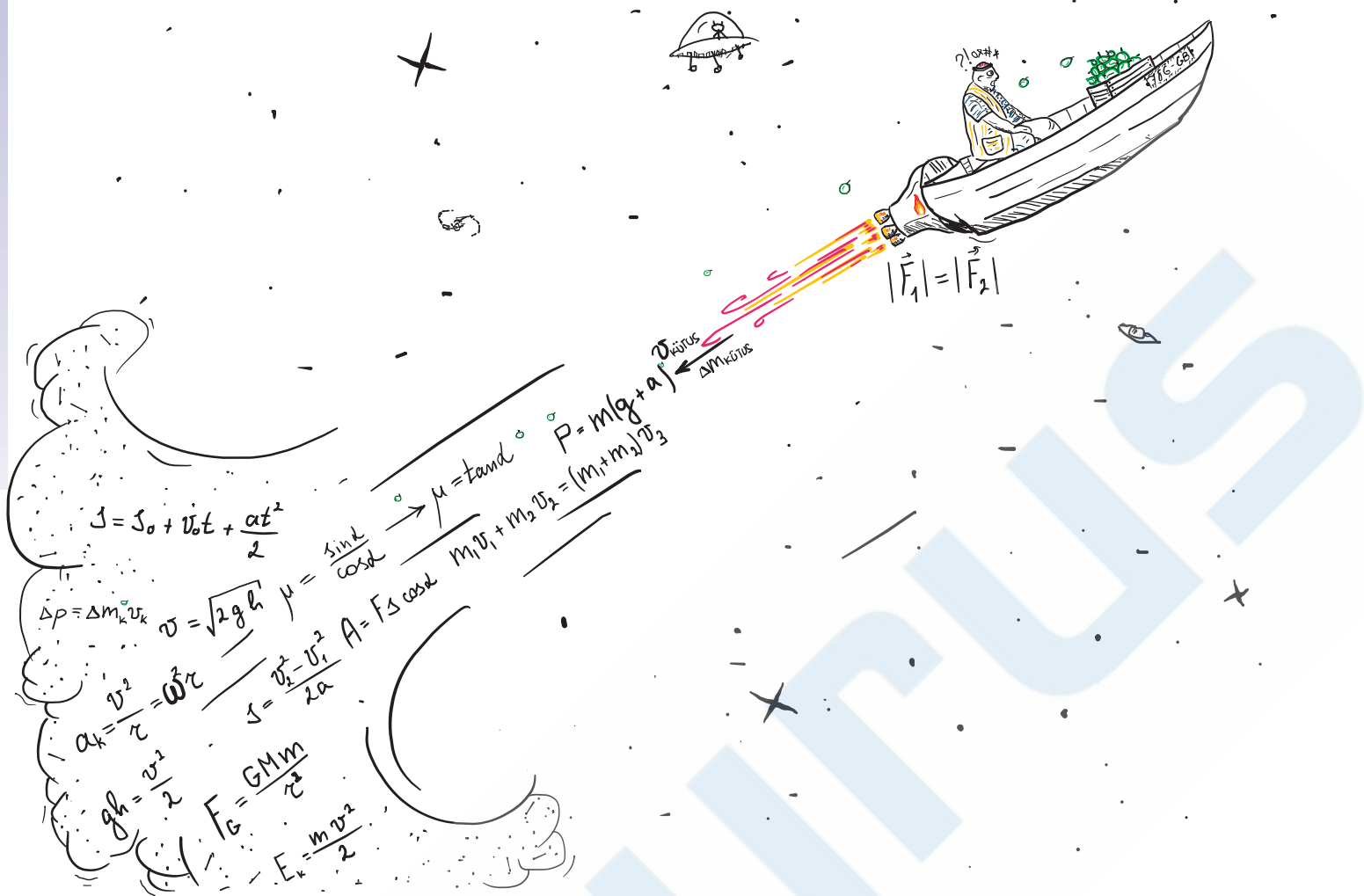


Anton Leppik

Füüsika töövihik gümnaasiumile, I osa

Kinemaatika, dünaamika, energia



Tere! Olen füüsika töövihik gümnasiumiõpilastele ja -õpetajatele. Aitäh, et otsustasid minu kasuks! Üritan kogu hingest sind sel teekonnal toetada, pakkudes erinevaid ülesandeid ja käsitsi tehtud jooniseid. Igas peatükis leidub nii lihtsaid kui ka keerulisemaid ülesandeid – kindlasti leiad siit endale midagi sobivat.

Minu autor on üks gümnasiumi füüsikaõpetaja, kes otsustas aastate jooksul kogunenud gümnasiumi füüsika materjalid koondada kahte töövihikusse.

Tahan anda ka mõned soovitused.

- Hoiame paberit kokku! Kirjuta väiksema käekirjaga sinna, kus on vaba ruumi. Kasuta teravat pliiatsit ja kustukummi, et vihikut mitte täis sodida. Esimest korda uut ülesannet lahendades tulevad kindlasti vead sisse.
- Lase oma kätel pead aidata! Lahenda kindlasti praktilisi ülesandeid: näputöö kiirendab füüsikateadmiste omandamist. Ülesannete jaoks on vaja lihtsaid vahendeid, mida saad valmistada kodus. Selleks, et teha karjääri loodusteadustes, läheb tarvis käelisi oskusi.
- Leidub ülesandeid, kus puudub mõni füüsikaline suurus, näiteks raskuskiirendus, materjali tihedus, planeedi raadius, hõõrdetegur või muu. Sel juhul tuleb see sul endal leida kas eelmistest ülesannetest, peatüki algusest, tabelitest või internetist.
- Ära õpi kõiki valemeid pähe! Jäta meelde ainult põhivalemid ning pööra suurem tähelepanu valemite teisendamise ja tuletamise harjutamisele. Oskus valemite tuletada säästab suurest tuupimisest. Näiteks saad kineetilise energia ja mehaanilise töö valemist tuletada neli erinevat valemit, mille muidu oleksid pidanud pähe õppima.
- Õpi nautima ahhaa-momenti, seda hetke, kui äkitselt mõistad, kuidas miski töötab. Kui oled seda tunnet kogunud, otsi seda ikka ja jälle. Ahhaa-tunne on elus üks tugevamaid ning seda jahtides jõuad loodusteaduste tippu!
- Mõnusat õppimist!

Sisukord

1. Ühtlane sirgjooneline liikumine	4
2. Kiirendusega sirgjooneline liikumine	8
3. Newtoni I, II ja III seadus	12
4. Jõud vektorina	16
5. Vaba langemine	18
6. Keha lennutrajektoor viskamisel	21
7. Impulss	24
8. Ringliikumine	26
9. Helilained	28
10. Lainete levimine	30
11. Kineetiline ja potentsiaalne energia	33
12. Mehaaniline töö. Võimsus. Kasutegur	36
13. Rõhk	42
14. Gravitatsioonijõud	47
15. Hõõrdejõud	50
16. Elastsusjõud	56
17. Soojushulk. Soojushulga neeldumine ja eraldumine	60
18. Molekulide soojusliikumine ideaalses gaasis	66
19. Ideaalse gaasi isoprotsessid	69
20. Gaasi töö	71
21. Alalisvool	75
22. Kodused elektriseadmed	80
23. Juhtme elektritakistus	82
24. Jada- ja rööpühendus	86
Füüsikalised suurused, tähised, ühikud ja valemid	90
Vastused	94

1. Ühtlane sirgjooneline liikumine

$$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \Delta x = x_2 - x_1 \quad x = x_0 + vt$$

1.1. Tallinnas Järvevana tee tunneli sisse- ja väljasõidule paigaldati kaamerad, mis pildistavad auto registrinumbreid ning salvestavad aja, millal pilt tehti. Tunneli pikkus on **320 m**. Tabelis on antud autode registrinumbrid ja piltide tegemise ajad. Tunnelis on maksimaalne lubatud kiirus $19,5 \frac{m}{s}$ ($70 \frac{km}{h}$). Täida tabel ning otsusta, kas auto omanik peaks trahvi saama.

Auto registrinumber	Pildi tegemise aeg sissesõidul (h.m.s)	Pildi tegemise aeg väljasõidul (h.m.s)	Tunneli läbimiseks kulunud aeg (s)	Auto kiirus ($\frac{m}{s}$)	Kiiruse erinevus maksimaalsest lubatud kiirusest ($\frac{m}{s}$)	Kas arvuti saadab auto omanikule trahvi? (Jah/ei)
429 TDS	07.16.34	07.16.49				
321 GOW	07.16.36	07.16.49				
333 LOL	07.17.04	07.17.22				
112 ABI	07.17.15	07.17.30				
999 WOW	07.17.17	07.17.30				

1.2. Google Maps on hea abivahend, mis näitab kuhu, kuidas ja kui kaua on vaja kõndida või sõita. $1 \frac{m}{s} = 3,6 \frac{km}{h}$

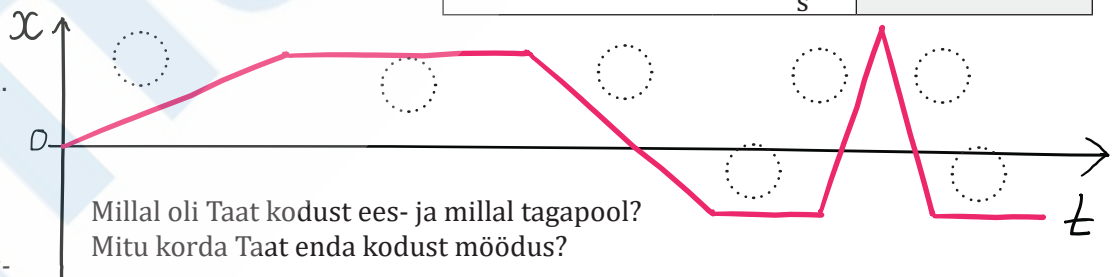
Sinu päringul kasutas Google Maps järgmisi andmeid. Arvuta Google'i eest kõikidele teelõikudele kuluv aeg ning kogu tee läbimiseks vajalik aeg.



Teelõigu number	Teelõigu pikkus (m)	Teelõigu keskmine kiirus ($\frac{m}{s}$)	Teelõigu läbimise aeg (s)
1	318	5,3	
2	400	2	
3	190	3,8	
4	180	3,6	
Tee kogupikkus (m)			
Kogu tee läbimise aeg (s)			
Keskmine kiirus sõidu ajal ($\frac{m}{s}$)			

1.3. Uuri, kuidas jalutas taat enda kodu lähedal kõnniteel. Koordinaatide alguspunktiks (0; 0) on taadi kodu. Kanna graafikule numbrid.

1. Puhkab.
2. Liigub rahulikult edasi.
3. Liigub kiiresti edasi.
4. Tagurdab kiiresti.
5. Tagurdab rahulikult.



Millal oli Taat kodust ees- ja millal tagapool? Mitu korda Taat enda kodust möödus?



QR-kood 1. Ühtlast liikumist kirjeldavad suurused

Igas ülesandes on vaja kõigepealt kirjutada välja andmed. $x = x_0 + v_0 t$ on liikumisvõrrand ehk lineaarfunktsioon.

x - keha asukoha koordinaat ajahetkel t
 x_0 - keha asukoha koordinaat alghetkel $t = 0$
 v - keha liikumiskiirus
 t - liikumiseks kulunud aeg

1. Kahe keha kohtumisel on liikumisvõrrandite tulemused võrdsed.

2. Kohtumispunkti otsides avalda kõigepealt kohtumise aeg.

3. Seejärel leia kohtumispunkt, asendades algvõrrandis aeg.

$$x_1 = x_2$$

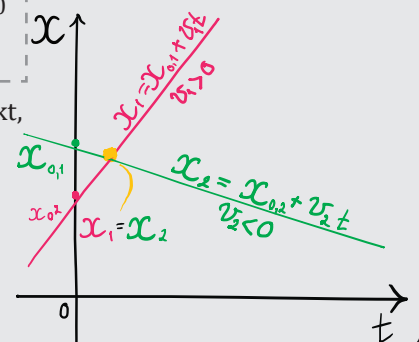
$$x_{0,1} + v_1 t = x_{0,2} + v_2 t$$

$$v_1 t - v_2 t = x_{0,2} - x_{0,1}$$

$$t = \dots$$

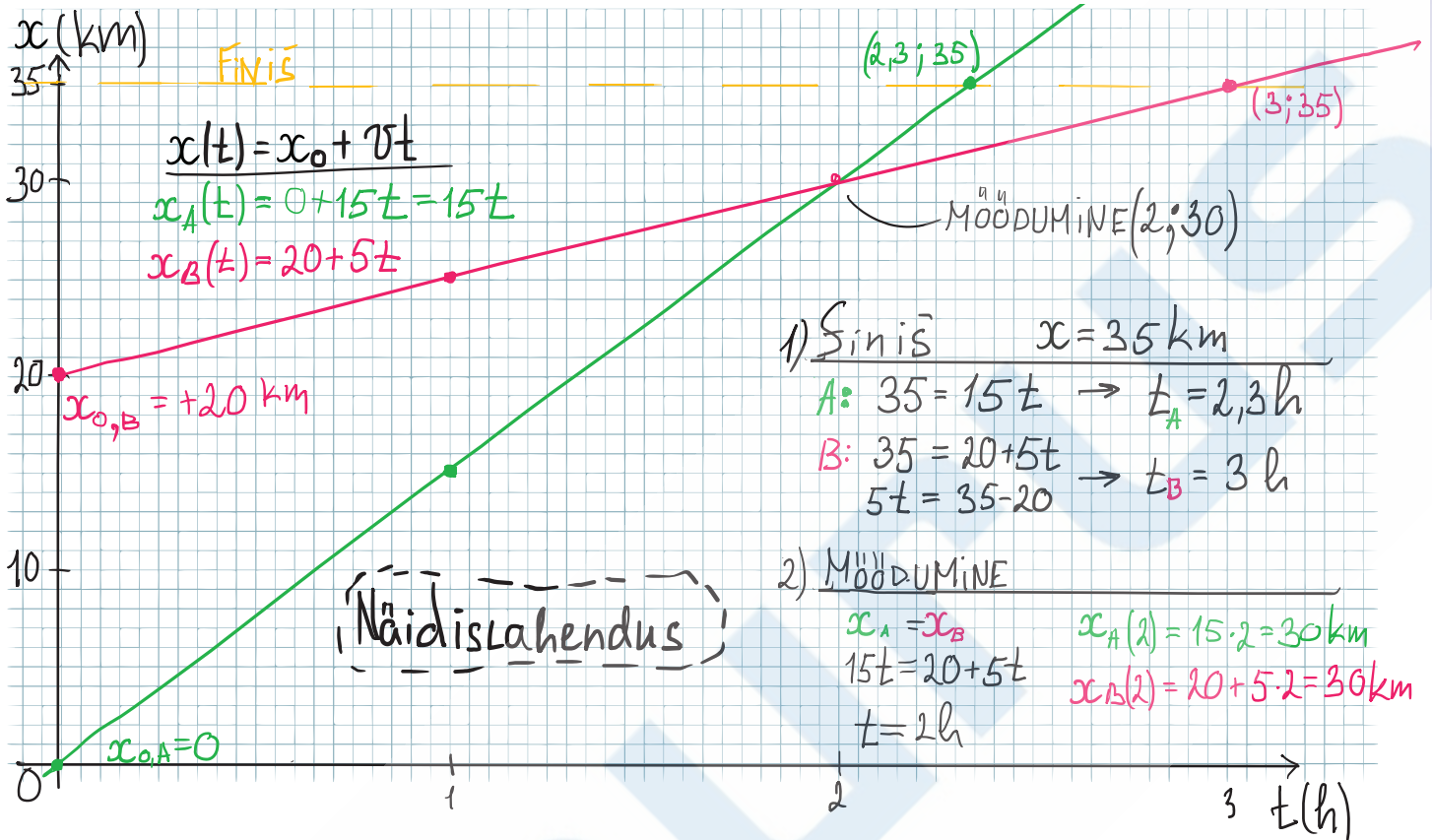
$$x_1(t) = x_{0,1} + v_1 t = ARV$$

$$x_2(t) = x_{0,2} + v_2 t = ARV$$



$$x_{0,A} = 0$$

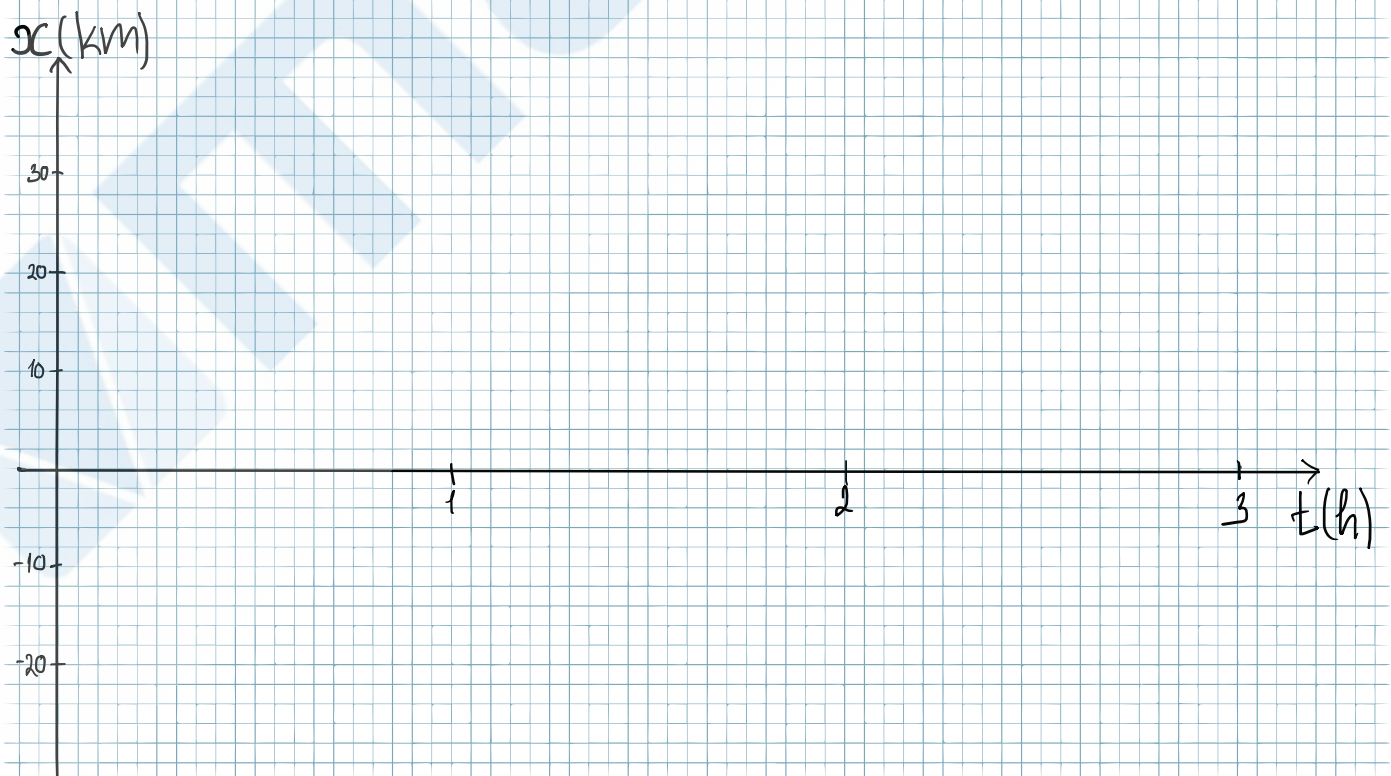
1.4. Rajal, mis on 35 km pikk, organiseeriti jooksuvõistlused. Jooksja A hakkas pärast starti jooksma stardist kiirusega $15 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Jooksja B oli salakaval ning ronis läbi võsa rajale 20 km eespool ning kõndis rahulikult raja lõpuni kiirusega $5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Kumb jõudis esimesena raja lõppu? Koosta kummagi osaleja kohta liikumisvõrrand ning kujuta kummagi liikumisgraafikut. Kui kaugel ja mis hetkel saavad jooksjad kokku?



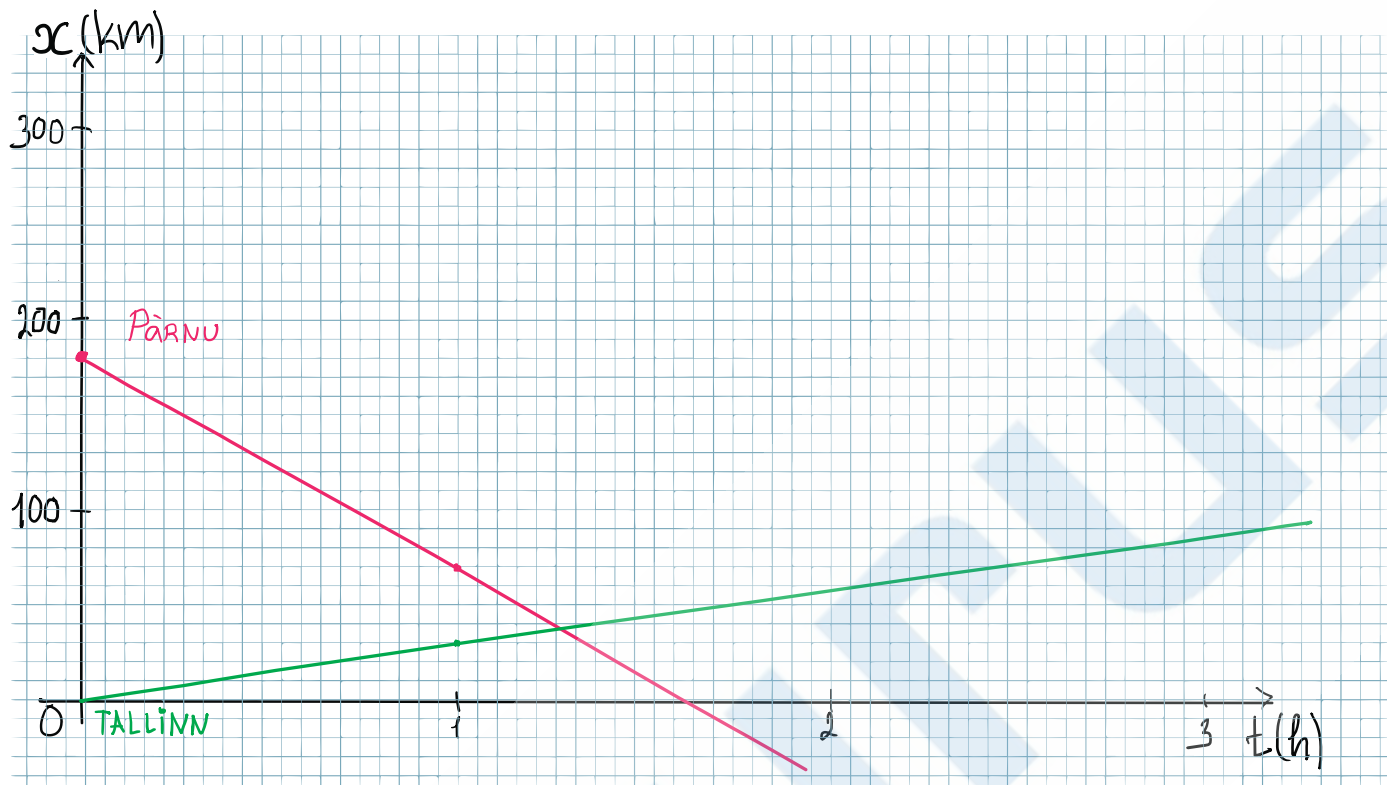
1.5. Rajal, mille pikkus on 25 km, hakkasid liikuma jalgrattur A ja jalgrattur B. Jalgrattur A hakkas liikuma kiirusega $20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ stardijoonest 20 km tagapool. Jalgrattur B oli salakaval ning ronis rajale 10 km stardijoonest eespool ning hakkas rahuliku südamega sõitma kiirusega $5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Kumb finišeeris esimesena? Millal ja kes sõitis teisest mööda?

Pane kirja kummagi liikleja liikumisvõrrand ja kujuta liikumisgraafikut.

Kanna graafikule stardi- ja finišijoon ning möödasõidupunkt.



1.6. Samaaegselt sõitsid välja mopeedauto Tallinnast Pärnu suunas ja mootorratas Pärnust Tallinna suunas. Pane kummagi liikleja liikumisgraafiku juurde kirja tema liikumisvõrrand. Leia, mis hetkel ja kus nad kohtusid nii graafikult kui ka arvutuslikult.



1.7. Pakiveorobot teeb ühel tänaval tööd. Algpunktiks on laadimispunkt. Uuri roboti nihkegraafikut ja vasta.

a) Kui suur on roboti nihe päeva lõpuks?

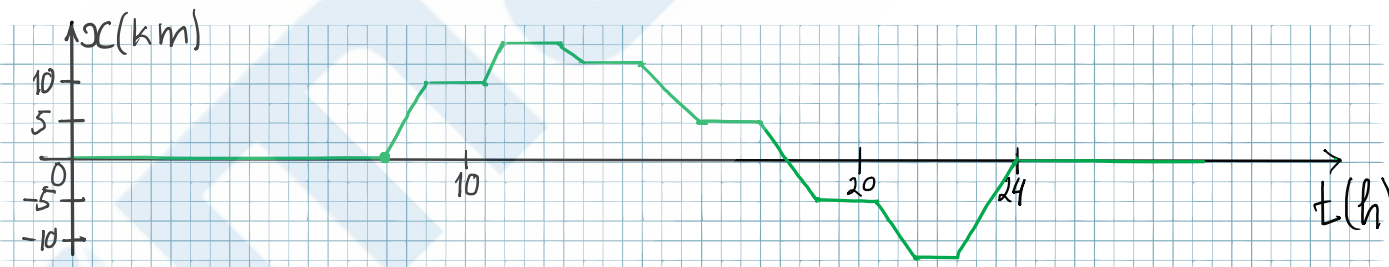
b) Mitme tunni jooksul tegi robot tööd?

c) Mitu km läbis robot päeva lõpuks?

$s =$

$\Delta t =$

$l =$



1.8. 200 m pikkune rong sõidab kiirusega $35 \frac{m}{s}$. Selle sees hakkab jooksuma Eno keskmise kiirusega $5 \frac{m}{s}$ rongi liikumisele vastassuunas.

a) Mis ajaga jõuab Eno rongi teise otsa?

b) Kui pika tee läbib ta maapinna suhtes?

1.9. Rong, mille pikkus on 120 m, sõidab kiirusega $8,3 \frac{m}{s}$ ($30 \frac{km}{h}$). Sellest üritab mööda joosta Usain Bolt, kelle maksimaalne kiirus on $12,42 \frac{m}{s}$ ($44,7 \frac{km}{h}$).

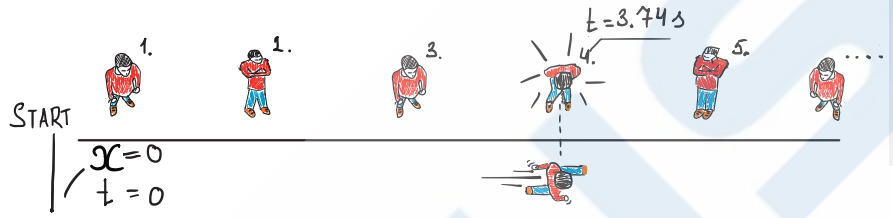
- Kui suur on Usaini kiirus rongi suhtes?
- Kui kaua läheb Usainil selleks, et jõuda rongi lõpust rongi alguseni?
- Mitu meetrit läbib Usain möödajooksu ajal?

1.10. Praktiline tegevus.

Liikumisgraafiku koostamine

Vahend: 0,01 s täpsusega stopper

Töö käik



1) Moodustage 7–12-liikmelised rühmad ning valige rühmast üks kõndija ja üks jooksja. Minge rühmaga klassist välja sinna, kus üks õpilane saab joosta täiskiirusel vähemalt 40 m. Iga õpilane võtab kaasa stopperi, töövihiku ja kirjutusvahendi.

2) Õpetaja abil paigutatakse õpilased rivi iga 5 m järel.

3) Teel seisvad õpilased loevad end üle. Igaüks (või paar) saab endale järjekorranumbri, mis tuleb kirja panna, ning tänu sellele teab ta, mitmendal meetril ta stardijoonest asub.

4) Õpetaja märguande peale panevad õpilased stopperid korraka käima ja kõndija hakkab stardijoonelt ühtlase kiirusega liikuma (vt näidiskatset: QR-kood 2). Iga õpilane seiskab stopperi siis, kui kõndija on temani jõudnud. Aeg pannakse kirja. Sama korratakse jooksjaga.

$t_{\text{kõnd}} = \dots \dots \dots \quad t_{\text{jooks}} = \dots \dots \dots$

5) Kui kõndija ja jooksja ajad on kirjas, siis võib tagasi klassi minna.

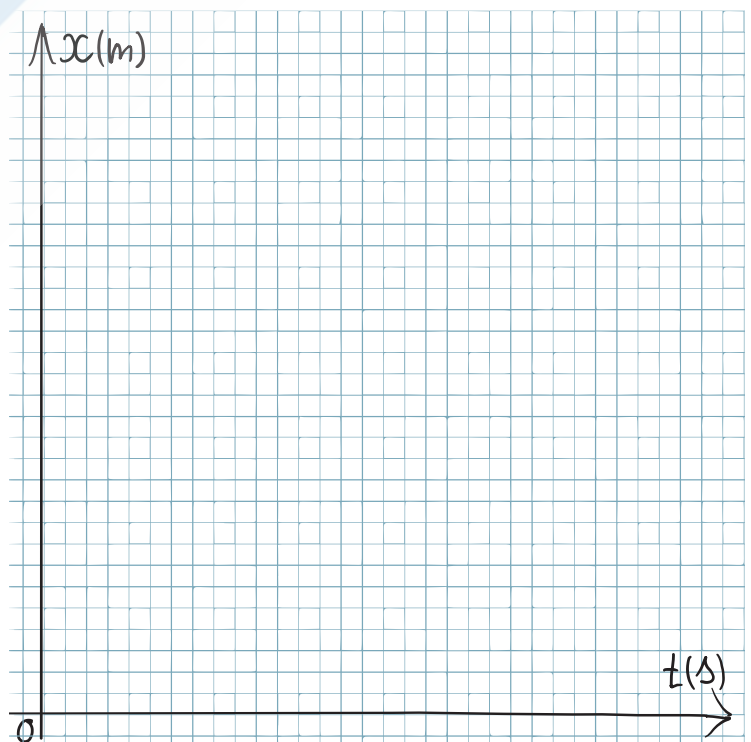
6) Õelge rühmas kordamööda oma mõõtmistulemused ja märkige need järjekorranumbri põhjal üles. Kui te ei täitnud ülesannet rühmades, vaid kogu klassiga, siis võib õpetaja täita tabeli tahvlile.



QR-kood 2.
Näidiskatse

Minu $x = \dots \dots \dots$

Jrk nr	x (m)	t _{kõnd} (s)	t _{jooks} (s)	v _k ($\frac{m}{s}$)	v _j ($\frac{m}{s}$)
	0	0	0		
1.	5				
2.	10				
3.	15				
4.	20				
5.	25				
6.	30				
7.	35				
8.	40				
9.	45				
10.	50				



7) Koosta kummagi õpilase liikumisgraafik.

8) Arvuta liikleja kiirus iga paigalseisva paari vahel (tabelis veerud v_k ja v_j).

$$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

$$\Delta v = v_2 - v_1$$

$$\Delta s = x_2 - x_1$$

2. Kiirendusega sirgjooneline liikumine

$$v_2 = at + v_1$$
$$v = at + v_0$$
$$v_{\text{alg}} = v_1 = v_0$$
$$v_{\text{lõpp}} = v_2 = v$$
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$
$$\Delta s = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$$
$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

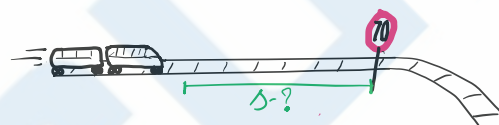
2.1. Elroni rongid on võimelised kiirendama $1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

a) Mis kiiruse rong saavutab, kiirendades ühe minuti jooksul?

b) Millise aja jooksul peab rong kiirendama, et saavutada kiirus $110 \frac{\text{km}}{\text{h}}$?

2.2. Rong, mis liigub kiirusega $110 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, peab kurvis aeglustuma kiiruseks $70 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Rongi maksimaalne kiirendus pidurdamisel on $-1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Kui kaugel kurvist peab rong hakkama pidurdama?



2.3. Kujutle, et seisad keskmise kõrgusega sillal. Sul on käes stopper ja mutter. Kuidas saad teada, kui kõrgel asub sild veepinnast?

Mõttele välja andmed, tuleta valem ja lahenda ülesanne.

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad x = h \quad a = g$$

2.4. Auto sõidab kiirusega $50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Maanteele jõudes kiirendab ta 10 sekundi jooksul $3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Kui pika vahemaa läbib auto kiirendamisel?

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

2.5. Auto sõidab kiirusega $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

a) Millise kiirendusega peab auto pidurdama, et pidurdamine kestaks 3,3 s? b) Kui pikk oleks siis pidurdusteekond?

2.6. Sportauto sõitis kiirusega $40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Sihtkohale lähenedes vajus juht mõttesse, sõitis 100 m sihtpunktist mööda ja pidurdas siis järsult kiirendusega $-16 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Kui kaugel sihtpunktist jäi auto seisma?

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

2.7. Joonas hüppab vette 10 m kõrguselt ja Andres 5 m kõrguselt. Mis ajaga jõuavad noormehed vette?

a) Mis ajahetkel peaks Andres hüppama, et noormehed jõuaksid vette samal ajal?

b) Lahenda sama ülesanne, kui vettehüpped toimuksid Kuu pinnal.

2.8. Praktiline tegevus. Kiirendava kuulikese liikumine

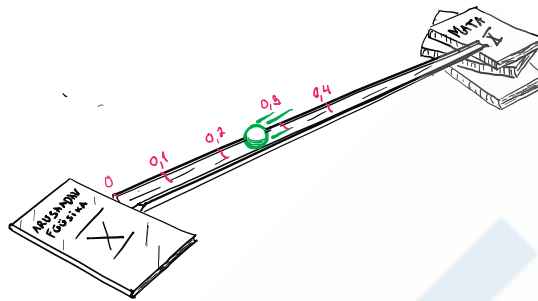
Vahendid: puidust või metallist liist, hästi veerev kuul, stopper

Töö käik

1) Aseta lauale puidust või plastist ühemeetrine liist, toetades see pinalile või raamatule nii, et sellelt saaks vabalt alla veereda metallist või klaasist sile kuulike.

2) Märki liistule pikkusevahemikud iga 0,1 m tagant, alustades alumisest otsast.

3) Kogu katse jooksul peab liist olema laua ja toe suhtes liikumatu. Võid liistu alumise otsa fikseerida raamatuga.



Katse nr	s (m)	t (s)	a ($\frac{m}{s^2}$)	v ₂ ($\frac{m}{s}$)
1.	0,1			
2.	0,2			
3.	0,3			
4.	0,4			
5.	0,5			
		$a_{\text{kesk}} (\frac{m}{s^2})$		

4) Aseta kuulike tabelis märgitud kaugustele alumisest otsast ning mõõda aeg, mis kulub kuulikesel alla jõudmiseks. Iga kauguse juures tee 4-5 korduskatset lisalehel, et mõõteviga oleks võimalikult väike. Märki tabelisse lõplik aeg.

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{a t^2}{2} \rightarrow s = \frac{a t^2}{2} \rightarrow a = \dots$$

$$a = \frac{\Delta v}{t} \rightarrow v_2 =$$

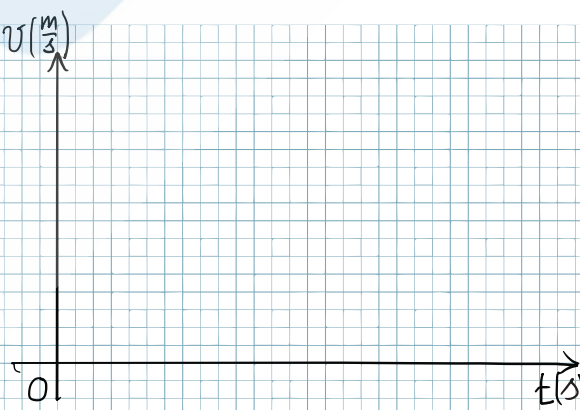
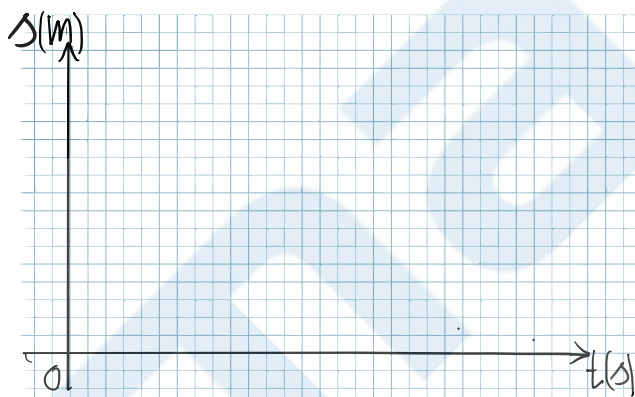
$$\Delta v = v_2 - v_1 \rightarrow v_2 =$$

$$v_{\text{alg}} = v_1 = v_0$$

$$v_{\text{lõpp}} = v_2 = v$$

5) Kujuta graafikul teepikkuse sõltuvust ajast. Kirjuta kuulikese liikumisvõrrand $f = s(t)$.

6) Kujuta graafikul kiiruse sõltuvust ajast. Kirjuta kuulikese kiiruse võrrand $f = v(t)$.



7. Tõmba kummaski lauses maha vale kaldkirjas sõna.

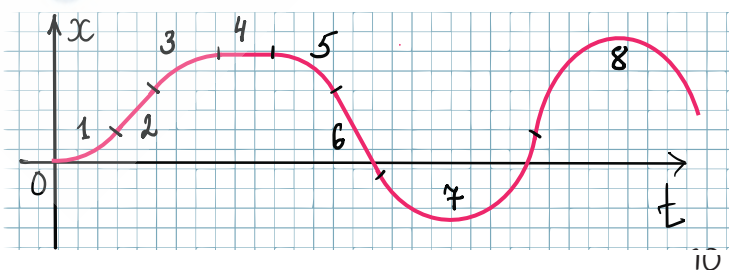
Kiirendusega liikumisel kirjeldab teepikkuse muutumist ajas ruutvõrrand / sirge võrrand.

Kiirendusega liikumisel kirjeldab kiiruse muutumist ajas ruutvõrrand / sirge võrrand.

2.9. Uuri trammi liikumisgraafikut ning täida tabel.

Vali esimesse tulpale õige tegevus. 7. ja 8. ritta vali korraga kaks tegevust kolmest.

Seisab; sõidab edasi; sõidab tagasi; kiirendab; pidurdab



Lõik	Tegevus	$v > 0; v < 0;$ $v = 0$	$a > 0; a < 0;$ $a = 0$
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7*.			
8*.			