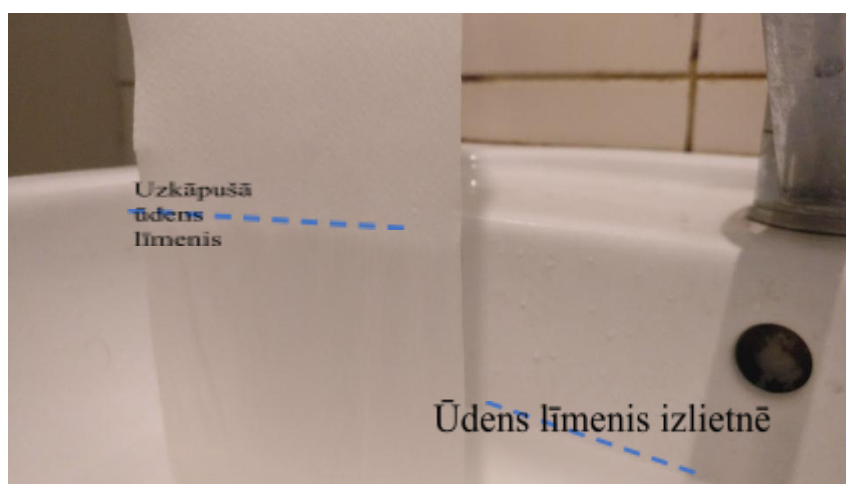


Kapilāro spēku darbība skolas (parasti neesošā) tualetes papīra strēmelē.

1. Pētāmā procesa apraksts.

Tualetes papīrs ir viens no ikdienā visbiežāk izmantotajiem priekšmetiem, kurš nereti nonāk saskarsmē ar ūdeni. Taču var pamanīt, ka daļēji ūdenī iemērķts tualetes papīrs uzsūc ūdeni tā, ka tas, kapilāro spēku ietekmē, spēj uzkāpt augstāk par traukā esošā ūdens līmeni (1.att.).



1. attēls. Ūdens līmenis tualetes papīrā.

Šo procesu var izskaidrot ar to, ka tualetes papīrs ir šķiedrains, kā arī ūdens šo materiālu slapina, kā rezultātā tualetes papīrs funkcionē kā vairāku kapilāru kopums un, kapilāro spēku darbības rezultātā, spēj ūdeni uzsūkt.

Tomēr var novērot, ka pirmajā brīdī pēc papīra iemērķšanas ūdenī ūdens uzkāpj ļoti ātri, taču pēc kāda laika kļūst ļoti lēns un tad apstājas vispār. Šī iemesla dēļ tika noteikts, ka būtu vērts novērot ūdens kāpšanas ātrumu tualetes papīrā atkarībā no laika.

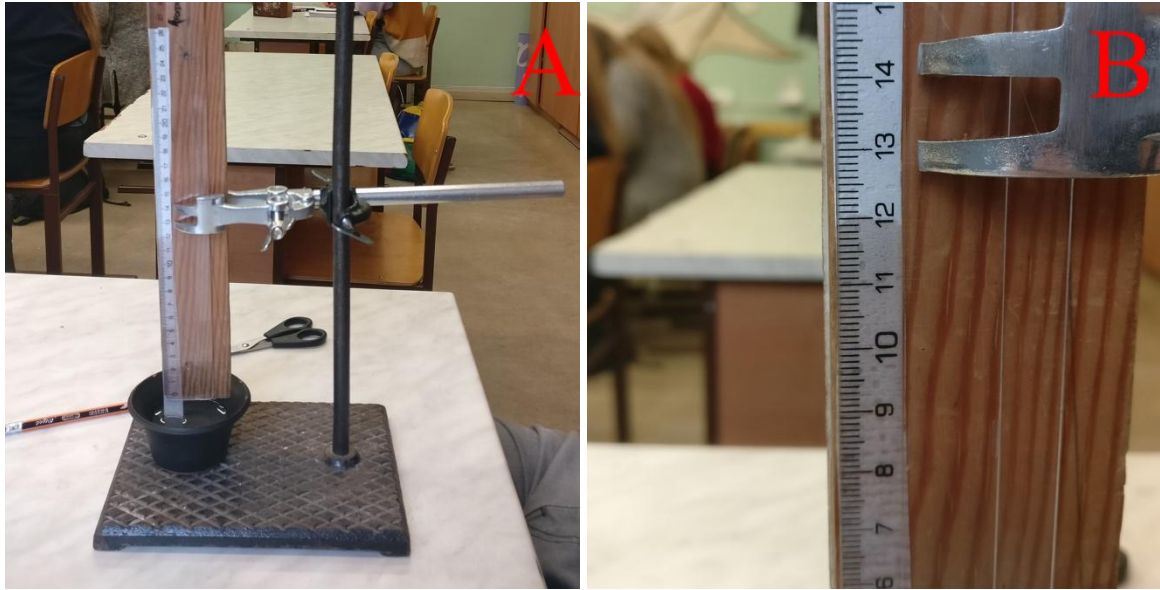
2. Eksperimenta apraksts.

Lai šo procesu novērotu, tika izveidota eksperimenta iekārta (2.A att.), kas sastāv no lineāla, koka dēlīša aiz papīra, lai vieglāk varētu noteikt ūdens frontes augstumu (2.B att.), statīva un ūdens trauka.

Papīra strēmele tika ielikta starp lineālu un koka dēlīti tā, ka strēmeles gals atstāts brīvs, lai to varētu ievietot ūdenī, un tad tika ielikta statīvā. Tieši zem papīra strēmeles gala tika novietots ūdens trauks.

Kad papīra strēmeles gals tika iemērķts ūdenī, un ūdens, tiekot uzsūķts papīrā, sasniedza lineāla nulles atzīmi, tika sākta laika uzņemšana un turpmāk tika reģistrēta katra reize, kad ūdens fronte sasniedz kārtējo 0,5 cm atzīmi.

Šī eksperimenta rezultātā tika iegūti dati par ūdens kāpšanas augstumu h (cm) un laiku t (s).



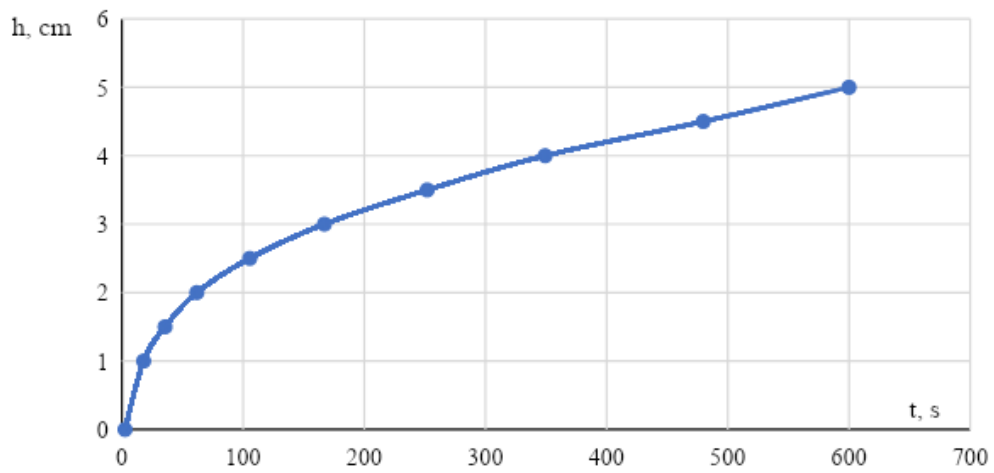
2. attēls. A – eksperimenta iekārta, B – ūdens līmenis papīrā.

3. Datu apstrāde.

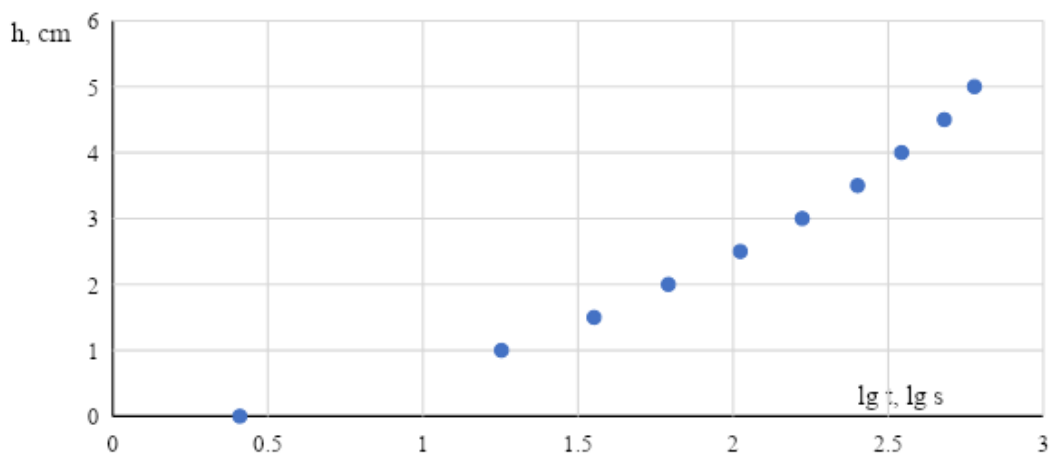
1. tabula. Iegūtie rezultāti un to logaritmi pie bāzes 10.

n	h, cm	lg h, lg cm	t, s	lg t, lg s
1.	0,0	n/a	2,57	0,410
2.	1,0	0,00	17,92	1,253
3.	1,5	0,18	35,62	1,552
4.	2,0	0,30	61,84	1,791
5.	2,5	0,40	105,50	2,023
6.	3,0	0,48	167,09	2,223
7.	3,5	0,54	251,97	2,401
8.	4,0	0,60	349,28	2,543
9.	4,5	0,65	479,74	2,681
10.	5,0	0,70	600,00	2,778

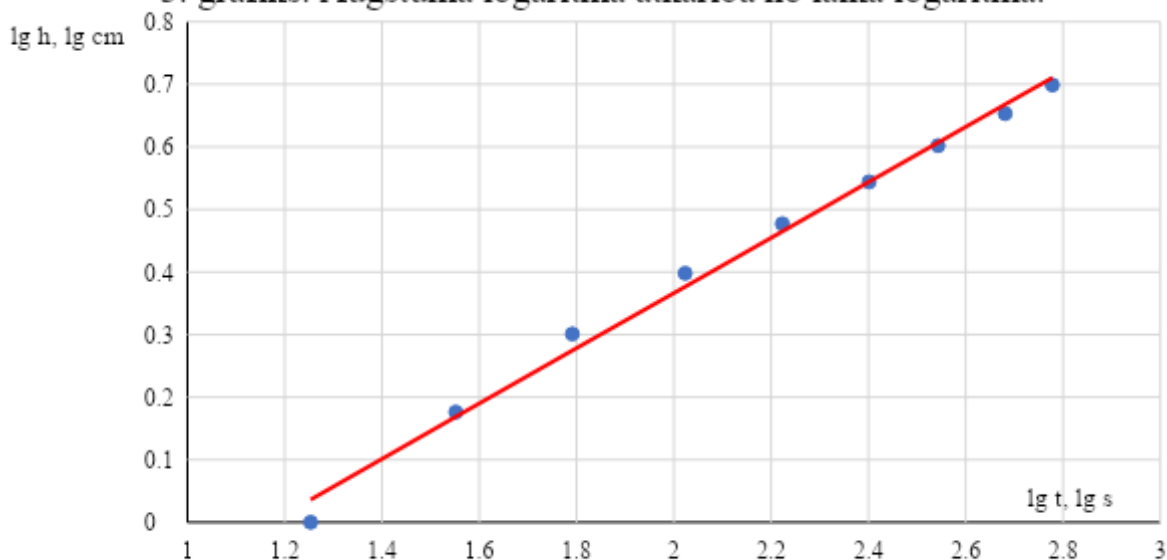
1. grafiks. Augstuma atkarība no laika.



2. grafiks. Augstuma atkarība no laika logaritma.



3. grafiks. Augstuma logaritma atkarība no laika logaritma.



4. Datu analīze.

Datus (1.tabula) attēlojot grafikā neko nelogaritmējot (1. grafiks), ir iespējams novērot, ka sakarība izskatās eksponenciāla, taču neko vairāk nav iespējams noteikt. No puslogaritmiskā (2.grafiks) un logaritmiskā grafika (3.grafiks) var novērot, ka taisnei vairāk atbilst logaritmiskais grafiks. Novelkot taisni caur 3. grafika punktiem, ir iespējams noteikt, ka taisnes vienādojums ir: $y = 0,44x - 0,52$. Kā arī ir zināms, ka, ja logaritmiskajā grafikā funkcija attēlojas kā taisne, tad tā var tikt uzrakstīta formā $y = kx^a$. Ja abas puses šajai funkcijai logaritmē, tiek iegūta izteiksme $\lg \lg y = \lg \lg k + a \cdot \lg \lg x$. Pielīdzinot šo izteiksmi 3.grafika taisnes izteiksmei, var noteikt, ka $\lg k = -0,52$, tātad $k = 10^{-0,52} = 0,30$. Var noteikt arī to, ka taisnes slīpuma koeficients $0,44 = a$.

Tātad esam ieguvuši, ka eksperimentā pētāmo procesu apraksta formula $h = 0,003 \cdot t^{0,44}$ (SI vienībās).

Pameklējot informāciju par līdzīgiem procesiem internetā, tika atrasta Vašburna formula $h = S\sqrt{t}$, kura apraksta ūdens kāpšanu vairāku paralēlu kapilāru kopā, kur S – materiāla sorptivitāte, h – ūdens “staba” augstums un t – laiks. Var secināt, ka šajā eksperimentā iegūtā formula ir ļoti tuvu literatūrā atrastajai. Bija iespējams ieraudzīt arī to, ka šis eksperiments varētu tikt izmantots lai uzlabotu tintes printeru darbību, kā arī lai veidotu jauna veida kapilārus sūkņus.

5. Eksperimenta izvērtējums un secinājumi.

Eksperiments noritēja diezgan veiksmīgi un tika noteikta eksponenciāla sakarība, kas tuvu sakrīt ar literatūrā atrodamo. Pētījumā izmantotie mēraparāti bija ar pietiekami lielu precizitāti, taču rezultātus varēja ietekmēt telpas temperatūra un ūdens koncentrācija gaisā, kā arī gravitācijas spēks (augstāk minētajā formulā gravitācija netiek ņemta vērā). Kļūda radās arī faktā, ka ūdens fronte papīra strēmelē nebija visu laiku taisna un perpendikulāra pret strēmeles garumu, tāpēc reizēm bija grūti noteikt, kad jāreģistrē kārtējais mērījums. Kā arī,

kad strēmele tika tikko iemērķta ūdenī, tas kāpj ļoti ātri, tāpēc grūti precīzi noteikt pirmo mērījumu, to ietekmē cilvēka reakcijas ātrums.

Secinājumi:

- 1) Papīra uzsūkšanas atkarība no laika ir eksponenciāla.
- 2) Logaritmiskā vai puslogaritmiskā grafika zīmēšana ir ļoti noderīgs rīks, lai noteiktu, vai pētāmā sakarība ir eksponenciāla un noteiktu konstanšu skaitliskās vērtības.
- 3) Pētījuma uzlabošanai varētu veikt vairāk mērījumus un noteikt to kļūdas, izpētīt procesa atkarību no vides temperatūras.