**Исследовательское задание «Определение плотности тетрадного листа»**

**Цель**: определить плотность тетрадного листа.

**Приборы и материалы**: ученическая линейка, штангенциркуль, тетрадный лист, весы

**Измерения:**

1.Измерим толщину тетради размером в 74 листа: h = 5,2мм.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № опыта | Толщина тетради**h, см** | Средняя толщина**hср, см** |
| 1 | 0,52 | 0,523 |
| 2 | 0,525 |
| 3 | 0,52 |
| 4 | 0,52 |
| 5 | 0,53 |

 

2.Определим среднюю толщину одного листа: $h\_{∘ср}=\frac{h\_{ср}}{N}$ ,

 где N – количество листов в тетради, $h\_{ср}$ - средняя толщина тетради.

 $h\_{∘ср}=\frac{0,523 см}{74}=0,008см$

3. Определим средний объем **Vср** одного листа

$$V\_{ср}=a\_{ср}∙b\_{ср}∙h\_{0ср}$$

Для этого измерим$ a$ – ширину листа;$ b$ - длину листа.



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Ширина листа$a$**, см** | Средняя ширина$a$ **ср, см** | Длина листа$b$**, см** | Средняя длина$b$**ср, см** |
| 1 | 16,2 | 16,24 | 20,3 | 20,32 |
| 2 | 16,2 | 20,4 |
| 3 | 16,3 | 20,3 |
| 4 | 16,2 | 20,3 |
| 5 | 16,3 | 20,3 |

$$V\_{ср}=16,24 см∙20,32см∙0,008см=2,640см^{3}$$

4. Определим массу **m** листа взвешиванием

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № опыта | Масса**m, г** | Средняя масса**mср, г** |
| 1 | 2,02 | 2,016 |
| 2 | 2,00 |
| 3 | 2,00 |
| 4 | 2,02 |
| 5 | 2,04 |



4. Определим среднюю плотность листа: $p\_{ср л}$= $\frac{m\_{ср}}{V\_{ср}}$ .

$p\_{ср л}$= $\frac{2,016 г}{2,640 см^{3} }=$

$$p\_{ср л}=0,764г/см^{3}$$

$$p\_{ср л}=764кг/м³$$

5. Погрешность измерений

Толщина 74 листов:

$h\_{ср}$=$ 0,523см$

∆hN=|hср-hN|

∆h1=∆h4=∆h3=|0,523см-0,520см|=0,003см

∆h2=|0,523см-0,525см|=0,002см

∆h5=|0,523см-0,530см|=0,007см

∆hср$= \frac{∆h\_{1}+ ∆h+…+∆h\_{N}}{N}$

∆hср$= \frac{0,003см + 0,002 см +0,003 см +0,003 см+0,007 см}{ 5}=0,004см$

$ε\_{h}=\frac{∆h\_{ср}}{h\_{ср}}∙100\% $

$ε\_{h}=\frac{0,004 см}{0,523см}∙100\%$ =0,7%

Ширина листа

$a\_{ср}$=$ 16,24см$

∆$ a$ N=|$ a$ ср-$ a$ N|

∆$ a$ 1=∆$ a$ 4=∆$ a$ 2=|16,24см-16,2см|=0,04см

∆$ a$ 3=∆$ a$ 5=|16,24см-16,3см|=0,06см

∆$ a$ ср$= \frac{∆a\_{1}+ ∆a+…+∆a\_{N}}{N}$

∆$ a$ ср$= \frac{0,04см + 0,04 см +0,06 см +0,04 см+0,06 см}{ 5}=0,05см$

$ε\_{a}=\frac{∆a\_{ср}}{a\_{ср}}∙100\% $

$ε\_{a}=\frac{0,05см}{16,24см}∙100\%$ =0,3%

Длина листа

$b\_{ср}$=$ 20,32см$

∆$ b$ N=|$ b$ ср-$ b$ N|

∆$ b$ 1=∆$ b$ 4=∆$ b$ 3=∆$ b$ 5=|20,32см-20,3см|=0,02см

∆$ b$ 2=|20,32см-20,4см|=0,08см

∆$ b$ ср$= \frac{∆b\_{1}+ ∆b+…+∆b\_{N}}{N}$

∆$ b$ ср$= \frac{0,02см + 0,08 см +0,02 см +0,02 см+0,02 см}{ 5}=0,03см$

$ε\_{b}=\frac{∆b\_{ср}}{b\_{ср}}∙100\% $

$ε\_{b}=\frac{0,05см}{20,32см}∙100\%$ =0,2%

Масса

$m\_{ср}$=$ 2,016г$

∆$ m$ N=|$ m$ ср-$ m$ N|

∆$ m$ 1=∆$ m$ 4=|2,016г-2,02г|=0,074г

∆$ m$ 2=∆$ m$ 4=|2,016г-2,00г|=0,016г

∆$ m$ 5=|2,016г-2,04г|=0,034г

∆$ m$ ср$= \frac{∆m\_{1}+ ∆m+…+∆m\_{N}}{N}$

∆$ m$ ср$= \frac{0,074г + 0,016г +0,016 г +0,074 г+0, 034см}{ 5}=0,036см$

$ε\_{m}=\frac{∆m\_{ср}}{m\_{ср}}∙100\% $

$ε\_{m}=\frac{0,036см}{2,016см}∙100\%$ =2%

$$ε\_{ρ}= ε\_{b }+ε\_{a }+ε\_{h}+ε\_{m}$$

$$ε= 3,2\%$$

*∆ρ=*$p\_{ср л}∙ε$

*∆ρ=*$\frac{764кг}{м^{3}}∙0,032=24,448 кг/м^{3}$

**Вывод**:

в результате проведенного исследования средняя плотность тетрадного листа получилась равна $p\_{ср л}=764кг/м^{3} \pm 24,448 кг/м^{3}$.

 Мы нашли плотность бумаги в справочной литературе: $p\_{б}$ = 700-1200кг/м³.

Полученное нами значение входит в указанный интервал плотностей для бумаги.

Так как бумага бывает разных сортов, то и $p$ бумаги, естественно будет различной.

Даже для изготовления школьных тетрадей бумага отличается на внешний вид. Да и по весу, тетради , имеющие одинаковое количество листов имеют различную массу, а значит различна и плотность листов бумаги из которых изготовлены эти тетради.