

# Introducere în Fizica Experimentală

Valerica Baban

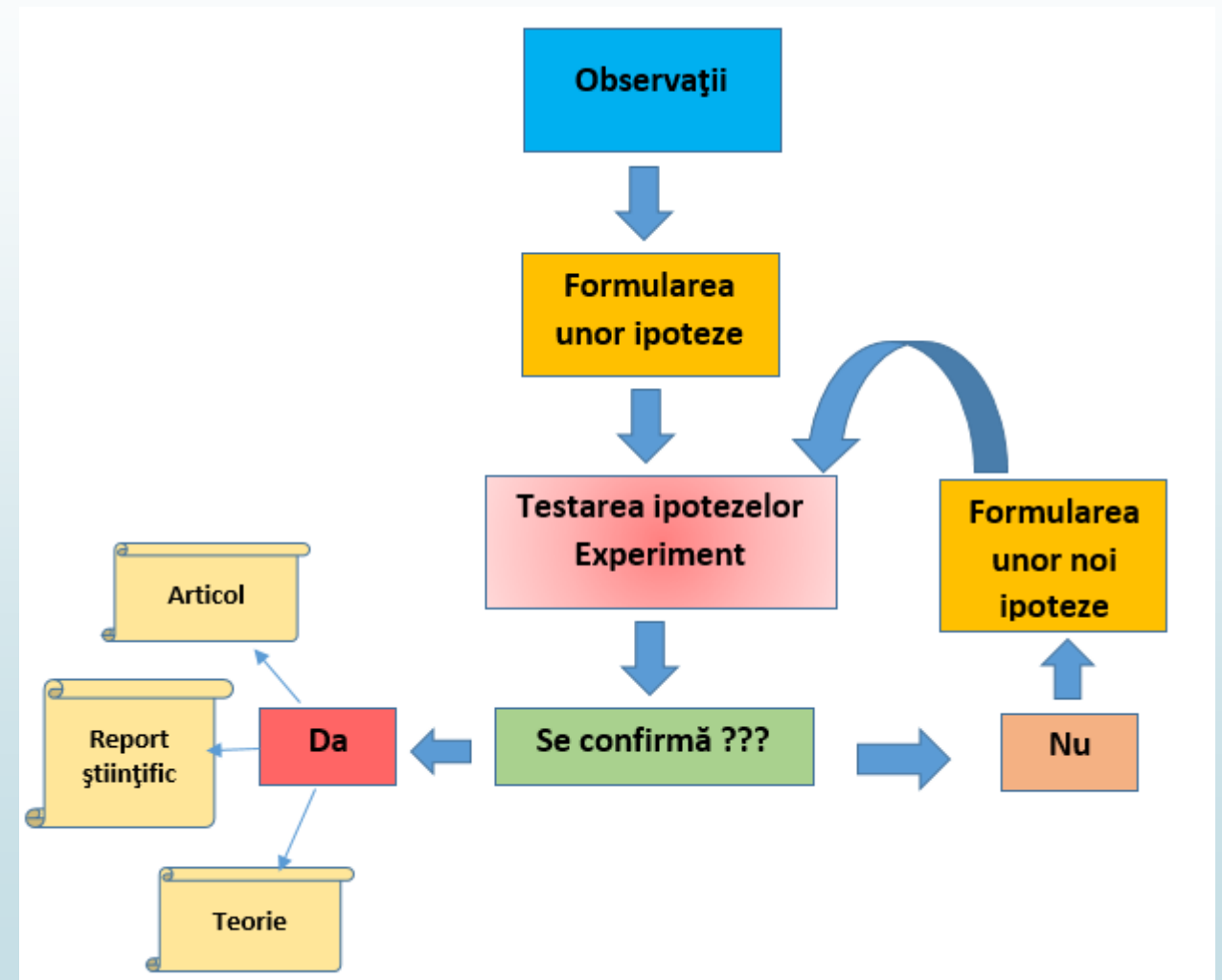


# Sumar

- ❑ Ce este metoda științifică.
- ❑ Cum proiectăm un experiment.
- ❑ Cum măsurăm o mărime fizică.
- ❑ Cum analizăm datele experimentale.
- ❑ Cum scriem un raport științific.

# Ce este metoda științifică?

1. Observare.
2. Formularea unei ipoteze to explain what you observe.
3. Testarea ipotezei = experiment.
4. Este rezultatul experimentului consistent cu ipoteza ? **Da** sau **Nu** ?
5. **Da** formularea unei teorii , scrierea unui raport științific, etc.
6. **Nu** formularea unei noi ipoteze și reluarea procesului.

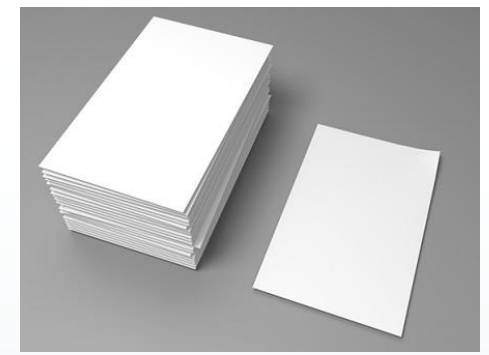


# Cum să proiectăm un experiment.

- Ce anume dorim să testăm sau să măsurăm?
- Alegerea metodei.
- Alegerea echipamentului : Este suficient de precis? Este ușor de utilizat și ajustat?
- Estimarea timpului.
- Efectuarea unor măsurători preliminare. Ajustarea metodei și echipamentului.
- Reproiectarea experimentului dacă este nevoie.

# Exemplu

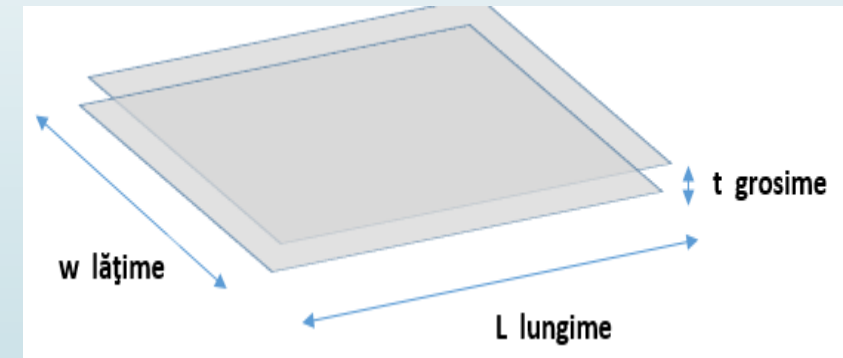
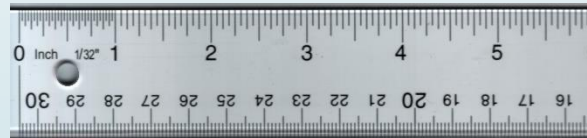
## Measurarea densității hârtiei



1. Ce măsurăm ??

Densitatea  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{\text{masă}}{\text{volum}} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$

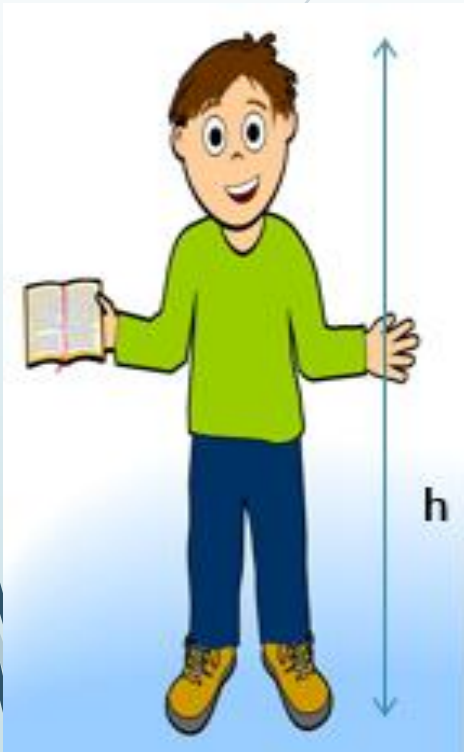
2. Cum măsurăm ??



$$V = L \cdot w \cdot t$$

# Cum măsurăm o mărime fizică?

Avem de determinat înălțimea unei persoane.



$$h = 1.80 \text{ m}$$

???? Este suficient?

Măsurarea este afectată de **erori** sau **incertitudini** indiferent cât de atent este făcută.

Abilitatea de a evalua incertitudinile și de a le minimiza este esențială în știință.

# Exprimarea rezultatului unei măsurători în fizică



Valerica Baban

$$h = (1,80 \pm 0,01)m$$

(3) unitate de măsură

(1) **valoare numerică**, cea mai bună estimare al mărimii măsurate.

(2) **eroarea absolută** a măsurătorii, exprimă gradul de incertitudine privind valoarea măsurată.

$$h = (1,80 \pm 0,5\%)m$$

(2) **eroarea relativă** a măsurătorii (cât la sută din valoarea măsurată reprezintă eroarea absolută.

$$\frac{0,01}{1,8} = 0,005 = 0,5\%$$

Pentru cazul nostru:

# Erorile experimentale

În experimentele științifice **eroare** ≠ **greșeală**

**greșeli** = utilizare incorectă a aparatelor de măsură, greșeli de calcul, greșeli de redactare, etc

**Erori** în fizica experimentală reprezintă inevitabilele incertitudini datorate măsurării.

**Erorile sunt cauzate de**

Imprecizia aparatelor de măsură

Modul în care sunt făcute măsurătorile

Metoda experimentală aleasă



# Erori sistematice și erori statistice

2 categorii de erori

1. Sistematice

2. Statistice

## 1. Erori sistematice

**Afectează toate măsurătorile în același fel. Au același semn. Sunt greu de detectat.**

Exemple:

1. Riglă gresit etalonată. 1 cm în realitate = 1,1 cm pe riglă.
2. Un ceas care rămâne în urmă sau o ia înainte.

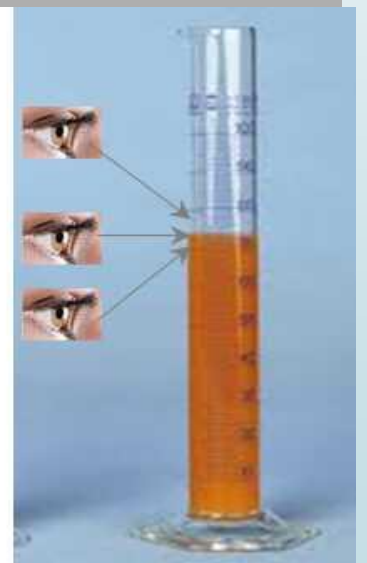
Corecție:

Utilizarea unui instrument de măsură diferit și compararea rezultatelor.

Citire incorectă

Citire corectă

Citire incorectă



# Erori sistematice și erori statistice

## 2. Erori statistice

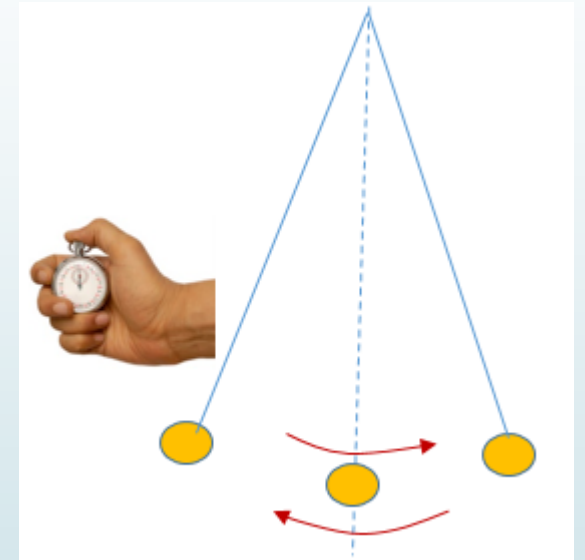
Sunt erori impredictibile, pot avea semn + sau - .

### Exemplu:

Avem un pendul gravitațional și dorim să măsurăm perioada. Folosim un cronometru. Pornirea și oprirea cronometrului este afectată de reacția mâinii determinând erori în plus sau minus.

### Corecție:

Facem mai multe determinări și calculăm valoarea medie.



# Exprimarea rezultatului final al unei măsurători

$$h = (1,80 \pm 0,01) \text{ m}$$

Valoarea medie = cel mai bun estimat a N măsurători

Eroarea absolută/Deviația standard

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_N}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad \text{pentru întreaga populație}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad \text{pentru un eșantion}$$

**AVERAGE**

**STDEV**

**Funcții Excel**

# Exemplul 1 Analiza erorilor statistice

Să presupunem că 4 studenți măsoară lungimea unui fir. Datele obținute sunt scrise în tabelul de mai jos. Completați tabelul exprimând rezultatul final în forma corezpunzătoare.

Nr	L(cm)	$\bar{L}$ (cm)	$L - \bar{L}$	$(L - \bar{L})^2$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$
1	14,8				
2	14,4				
3	15				
4	14,6				
Sum	<b><u>58,8</u></b>				
<b>Rezultat final</b>					

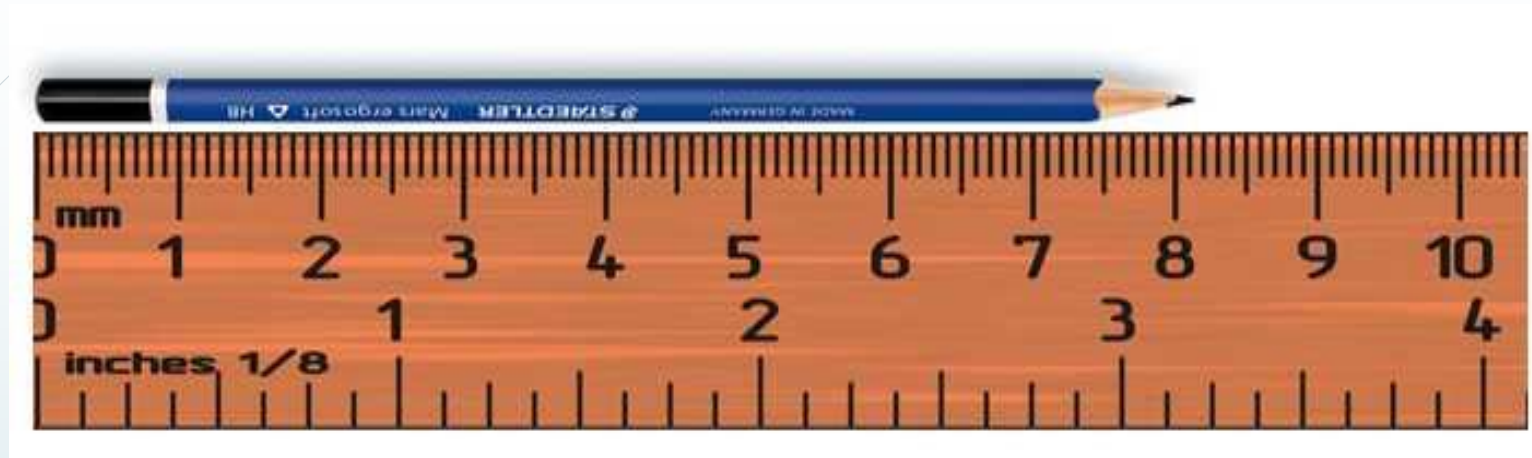
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} = ?$$

# Soluție

Nr	L(cm)	$\bar{L}$ (cm)	$L - \bar{L}$	$(L - \bar{L})^2$	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$
1	14,8		0,1	0,01	<b><u>0,22</u></b>
2	14,4		-0,3	0,09	
3	15	<b><u>14,7</u></b>	0,3	0,09	
4	14,6		-0,1	0,01	
Sum	<b><u>58,8</u></b>		<b><u>0</u></b>	<b><u>0,2</u></b>	
<b>Rezultat final</b>		<b>L=(14,7±0,26)cm</b>			

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} = 0,26$$

# Exprimarea rezultatului final la o singură măsurătoare



Eroare absolută

$$l = (81,5 \pm 0,5) \text{ mm}$$

sau

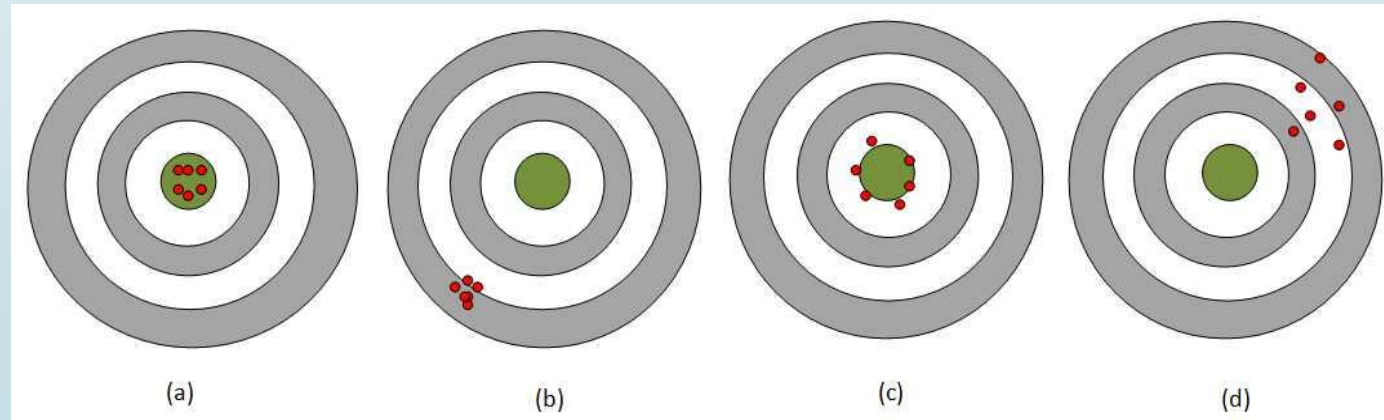
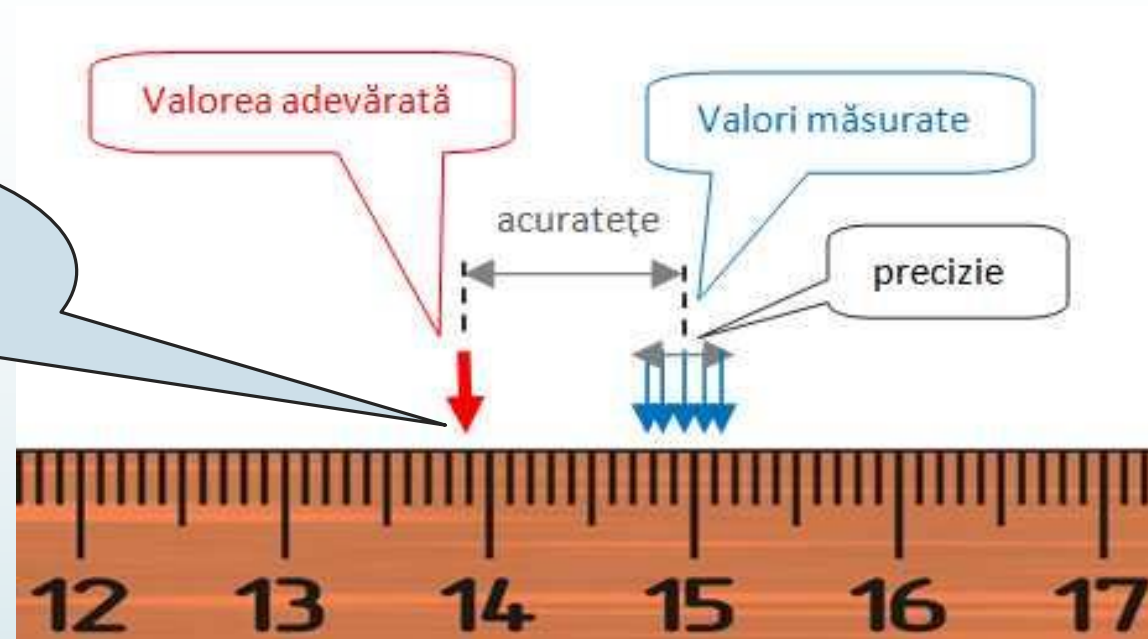
Eroare relativă

$$l = (81,5 \pm 0,6\%) \text{ m}$$

Eroarea în determinarea lungimii creionului se consideră jumătate din cea mai mică diviziune a instrumentului.

# Acuratețe și precizie

Imposibil de determinat !!!



# Cifre semnificative

Care este numărul de cifre prin care exprimăm rezultatul măsurării valorii unei mărimi fizice?

Valoarea numerică a unei mărimi fizice care se determină într-un experiment trebuie să conțină atâtea cifre câte sunt **semnificative** pentru măsurătoarea efectuată.

20.143674217 cm

Dacă rigla cu care s-a măsurat este gradată în milimetri rezultatul corect care trebuie raportat este 20.14 cm

4 cifre semnificative

20,14 cm

cifră sigură

**cifră estimată, conține eroarea**



# Cum scriem un referat/raport științific

Motive

Comunicarea rezultatelor în vederea evaluării sau luării unor decizii de către factorii din management.

Arhivare în vederea folosirii ulterioare/verificare/să nu mai fie făcute

Structura unui report/referat științific

Rezumat  
Introducere  
Descrierea metodei  
experimentale  
Rezultate și discuții  
Concluzii  
Appendices și Bibliografie.

# How to write a laboratory report

## An example report

by

Cecil Martin, [martin@amde.edu](mailto:martin@amde.edu)

Here you list all names of people involved, along with email addresses

### Abstract

The abstract presents a brief summary of the experiment. The abstract should be written concisely and intelligible. It should be typed as one paragraph. Its optimum length can vary but it should not exceed 200 words.

### Introduction

The "Introduction" of a laboratory report identifies the experiment to be undertaken, the objectives of the experiment, the importance of the experiment, and overall background for understanding the experiment. The objectives of the experiment are important to state because these objectives are usually analyzed in the conclusion to determine whether the experiment succeeded.

### Experimental procedure

The "Procedures," often called the "Methods," discusses how the experiment occurred. Documenting the procedures of your laboratory experiment is important not only so that others can repeat your results but also so that you can replicate the work later, if the need arises.

### Results and Discussions

The heart of a laboratory report is the presentation of the results and the discussion of those results. In discussing the results, you should not only analyze the results, but also discuss the implications of those results. Moreover, pay attention to the errors that existed in the experiment, both where they originated and what their significance is for interpreting the the reliability of conclusions. One important way to present numerical results is to show them in graphs and tables. Valerica Baban, UMC

### Conclusions

In longer laboratory reports, a "Conclusion" section often appears. Whereas the "Results and Discussion" section has discussed the results individually, the "Conclusion" section discusses the results in the context of the entire experiment. Usually, the objectives mentioned in the "Introduction" are examined to determine whether the experiment succeeded. If the objectives were not met, you should analyze why the results were not as predicted. Note that in shorter reports or in reports where "Discussion" is a separate section from "Results," you often do not have a "Conclusion" section.

### Appendices

Appendices are not mandatory. But they are often included. One type of appendix that appears in laboratory reports presents information that is too detailed to be placed into the report's text. For example, if you had a long table giving voltage-current measurements for an RLC circuit, you might place this tabular information in an appendix and include a graph of the data in the report's text. Another type of appendix that often appears in laboratory reports presents tangential information that does not directly concern the experiment's objectives.

### Bibliography

Is mandatory|

## Writing Guidelines for Engineering and Science Students

# Reguli generale de redactare

- Tot textul se va scrie cu același tip de fonturi.
- Textul se va scrie cu aceeași mărime a caracterelor – 11 sau 12.
- Titlul lucrării se va scrie cu caracterele de 14.
- Redactarea lucrării se va face cu diacritice și în conformitate cu regulile de ortografie și gramatică ale limbii române.
- Semnele de punctuație se vor pune imediat la sfârșitul propozițiilor, în cazul virgulei imediat după cuvântul unde urmează.
- Alinierea paragrafului va fi tip *justify*.
- Ecuațiile matematice se scriu cu editorul de ecuații.
- Figurile și desenele vor fi numerotate.
- Paginile vor fi numerotate.