

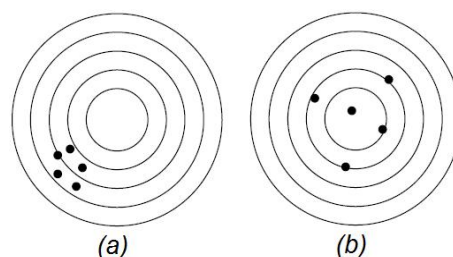


Problema a III - a (10 puncte)

Eleul Niels Bohr

Se spune că o măsurare este acurată dacă valoarea sa este apropiată de valoarea „adevărată”. Cel mai adesea valoarea „adevărată” este valoarea precisă de un model despre care se crede că reprezintă foarte bine situația analizată.

Se spune că o măsurare este precisă dacă un număr de cifre semnificative ale rezultatului sunt regăsite pentru măsurări succesive. Deoarece măsurările precise pot fi depărtate de valoarea „adevărată”, precizia nu implică automat acuratețe. Pentru exemplificare în figura alăturată este prezentată situația țintei lovite precis, dar fără acuratețe (a) respectiv a celei lovite imprecis, dar cu acuratețe (b). În primul caz loviturile sunt grupate la o distanță mică una de alta, dar depărtate de valoarea „adevărată” a unei „lovituri bune”, în centrul țintei, iar în cel de-al doilea caz, loviturile imprecise, depărtate unele de altele, sunt acurate – apropiate de lovitura din centrul țintei.



Erorile de acuratețe se pot datora utilizării unor formule inadecvate (provenite din modele aplicate greșit), utilizării neadecvate a unor instrumente de măsură etc. Erorile de precizie se pot datora impreciziilor măsurărilor (determinate de posibilitățile de măsurare ale instrumentului), erorile de măsurare etc.

În tipul unei examinări, elevului Niels Bohr i s-a cerut să precizeze cum ar putea determina înălțimea unei clădiri, utilizând un barometru aneroid. Iată câteva dintre metodele propuse de acesta:

1. Se atâră barometrul la capătul unei frânghii și se coboară de pe acoperișul clădirii. Măsurând lungimea frânghiei și adăugând înălțimea barometrului se poate determina înălțimea h a clădirii.
2. Se lasă să cadă liber barometrul de pe acoperișul clădirii, se măsoară intervalul de timp după care acesta atinge solul și se determină înălțimea h a clădirii.
3. Se atâră barometrul de frânghie, pentru a forma un pendul și se măsoară perioada micilor oscilații la nivelul solului și pe acoperișul clădirii. Întrucât accelerația gravitațională variază cu altitudinea, cele două perioade de oscilație vor fi diferite și vor permite determinarea înălțimii h a clădirii.
4. Într-o zi însorită se măsoară lungimea umbrei clădirii și a celei formate de barometru. Dacă se măsoară și înălțimea barometrului, atunci se poate determina înălțimea h a clădirii.
5. Se măsoară presiunea atmosferică la nivelul solului și pe acoperișul clădirii. Diferența de presiune atmosferică permite determinarea înălțimii h a clădirii.

- ✎ Proba de baraj pentru selecția lotului olimpic largit de fizică conține cinci probleme.
- ✎ Durata probei este de cinci ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
- ✎ Fiecare problemă se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- ✎ Elevii pot utiliza calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- ✎ Pentru fiecare problemă evaluarea se face ținându-se cont atât de soluția redactată de elevul competitor, cât și de rezultatele pe care acesta le completează în Foaia de răspunsuri.
- ✎ Fiecare problemă se punctează de la 10 la 0 (nu se acordă punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma punctajelor acordate pentru fiecare dintre cele cinci probleme.

Imaginează-ți că efectuezi experimentele propuse de Niels Bohr și estimează eroarea relativă referitoare la acuratețea și la precizia metodelor de determinare a înălțimii h a clădirii pentru fiecare dintre cele cinci metode descrise mai sus. Analizează cazul unei clădiri cu înălțimea de circa 40 m (cazul A) și pe cel al unui zgârie-nori cu înălțimea de circa 400 m (cazul B). Ordonează, pe baza rezultatelor pe care le-ai obținut, cele cinci metode, în ordinea oportunității aplicării lor. Completează casetele din Foaia de Răspunsuri. Presupune că:

- efectuezi aceste experimente singur, fără ajutorul altor persoane și că frânghia, ruleta, cronometrul sunt obiecte de tipul celor utilizate în mod curent;
- atunci când se studiază căderea, timpul de reacție al experimentatorului este de $\sim 0,3\text{ s}$ la declanșarea și stoparea cronometrului pentru situația A și respectiv de $\sim 0,3\text{ s}$ la declanșarea și de 1 s la stopare în cazul clădirii B. Timpii de cădere măsurați au valori de $\sim 3,5\text{ s}$ în cazul A și respectiv $12\div 17\text{ s}$ în cazul B;
- pendulul construit are lungimea de 1 m ;
- densitatea aerului la suprafața Pământului are valoarea de $1,2\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Dacă îți sunt necesare poți utiliza următoarele informații:

- Un barometrul aneroid poate fi considerat ca o cutie cilindrică având diametrul de 20 cm , înălțimea de 7 cm și masa de 1 kg . Instrumentul are un ac indicator și un cadran pe una din fețele cilindrului. Pe cadran sunt marcate diviziuni corespunzătoare unor presiuni; o gradație corespunde la 50 Pa . Acuratețea barometrului (diferența dintre valoarea „adevărată” a presiunii și valoarea indicată) este de 70 Pa .
- O coardă de alpinism are un diametru de 1 cm și o masă de $5\text{ kg}/100\text{ m}$. O coardă rezistă la întinderi de cel puțin 10 kN . Poți admite că sub acțiunea greutății unui corp cu masa de 100 kg , coarda se alungește cu 5% .
- O ruletă standard are lungimea de 5 m și este marcată din milimetru în milimetru. Acuratețea unei măsurări cu ruleta este de $0,1\%$ (un milimetru la un metru), iar eroarea sa de citire este de $(1/2)\text{ mm}$.
- Un cronometru are diviziuni pentru sutimea de secundă. Precizia măsurării timpului este însă limitată de capacitatea experimentală de decizie asupra pornirii butoanelor Start / Stop și de timpul de reacție. Se poate considera acceptabil că eroarea în măsurarea timpului este de $0,3\text{ s}$.
- Dacă o mărime F este rezultatul măsurărilor directe efectuate asupra altor mărimi f_1, f_2, \dots, f_k afectate de erorile de măsurare $\Delta f_1, \Delta f_2, \dots, \Delta f_k$, atunci mărimea erorii ΔF , a mărimii F are expresia:

$$\Delta F = \sqrt{\left(\frac{\partial F}{\partial f_1} \cdot \Delta f_1\right)^2 + \left(\frac{\partial F}{\partial f_2} \cdot \Delta f_2\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial F}{\partial f_k} \cdot \Delta f_k\right)^2}$$

Subiect propus de:

Delia DAVIDESCU – Centrul Național pentru Evaluare și Examinare – Ministerul Educației, Cercetării, Tineretului și Sportului

2

- ✍ Proba de baraj pentru selecția lotului olimpic lărgit de fizică conține cinci probleme.
- ✍ Durata probei este de cinci ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
- ✍ Fiecare problemă se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- ✍ Elevii pot utiliza calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- ✍ Pentru fiecare problemă evaluarea se face ținându-se cont atât de soluția redactată de elevul competitor, cât și de rezultatele pe care acesta le completează în Foaia de răspunsuri.
- ✍ Fiecare problemă se punctează de la 10 la 0 (nu se acordă punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma punctajelor acordate pentru fiecare dintre cele cinci probleme.



MINISTERUL EDUCAȚIEI, CERCETĂRII, TINERETULUI
ȘI SPORTULUI

Olimpiada de Fizică - Etapa națională
31 ianuarie – 5 februarie 2010
Constanța



Baraj

Foaie de răspunsuri

Problema a III - a (10 puncte)

Elevul Niels Bohr

Clădirea A

Metoda	1	2	3	4	5
Eroare relativă a acurateței					
Eroare relativă a preciziei					
Ordinea oportunității aplicării metodei					

Clădirea B

Metoda	1	2	3	4	5
Eroare relativă a acurateței					
Eroare relativă a preciziei					
Ordinea oportunității aplicării metodei					

Metoda 1 - Clădirea A

Acuratețe:

Eroare relativă a acurateței:

Metoda 1 - Clădirea A

Precizie:

Eroare relativă a acurateței:

Metoda 1 - Clădirea B

Acuratețe:

Eroare relativă a acurateței:

Metoda 1 - Clădirea B

Precizie:

Eroare relativă a preciziei:

Metoda 2 - Clădirea A

Acuratețe:

Eroare relativă a acurateței:

Metoda 2 - Clădirea A

Precizie:

Eroare relativă a acurateței:

Metoda 2 - Clădirea B

Acuratețe:

Eroare relativă a acurateței:

Metoda 2 - Clădirea B

Precizie:

Eroare relativă a preciziei:

Metoda 3 - Clădirea A

Acuratețe:

Eroare relativă a acurateței:

Metoda 3 - Clădirea A

Precizie:

Eroare relativă a acurateței:

Metoda 3 - Clădirea B

Acuratețe:

Eroare relativă a acurateței:

Metoda 3 - Clădirea B

Precizie:

Eroare relativă a preciziei:

Metoda 4 - Clădirea A

Acuratețe:

Eroare relativă a acurateței:

Metoda 4 - Clădirea A

Precizie:

Eroare relativă a acurateței:

Metoda 4 - Clădirea B

Acuratețe:

Eroare relativă a acurateței:

Metoda 4 - Clădirea B

Precizie:

Eroare relativă a preciziei:

Metoda 5 - Clădirea A

Acuratețe:

Eroare relativă a acurateței:

Metoda 5 - Clădirea A

Precizie:

Eroare relativă a acurateței:

Metoda 5 - Clădirea B

Acuratețe:

Eroare relativă a acurateței:

Metoda 5 - Clădirea B

Precizie:

Eroare relativă a preciziei: