

ՀՏԴ 53.02Ֆիզիկա*Մարա ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ**Շուշիի տեխնոլոգիական համալսարան, ավագ դասախոս, ֆ.մ.գ.թ.**E-mail: anush03081980@gmail.ru,**Մարո ՀԱՅՐԱՊԵՏՅԱՆ**Շուշիի տեխնոլոգիական համալսարան, դասախոս**E-mail: hayrapetya911@gmail.com,**Սիլվա ԱՐԶՈՒՄԱՆՅԱՆ**Շուշիի տեխնոլոգիական համալսարան, ասիստենտ**E-mail: silva.arzumanyan.79@mail.ru*

ԽՆԴԻՐ-ԳՆԱՀԱՏՈՒՄՆԵՐԸ՝ ՈՐՊԵՍ ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԽՆԴԻՐԻ ՏԵՍԱԿ

Հոդվածը նվիրված է ֆիզիկական խնդրի տեսակներից մեկին՝ գնահատման խնդիրներին, որոնցում սովորողը ինքն է կառուցում խնդրում դիտարկվող ֆիզիկական երևույթի մոտավոր մոդելը, ընտրում անհրաժեշտ պարամետրերը, ստանում թվային պատասխանը, քննարկում վերջինիս և ֆիզիկական մեծության իրական արժեքի համապատասխանության հարցը: Դիտարկված են օրինակներ, որոնք նպաստում են սովորողների գիտելիքների խորացմանը:

Բանալի բառեր՝ խնդիր-գնահատումներ, հաճախություն, միջմոլեկուլային հեռավորություն, ներդաշնակ տատանակ, հիմնական վիճակի էներգիա:

Մ. Սետրոյան, Մ. Այրապետյան, Ս. Արզումանյան

ЗАДАЧИ ОЦЕНИВАНИЯ, КАК ТИП ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

В статье рассматривается один из методов оценивания физических задач: учащийся в данной задаче сам строит вероятностную модель физического явления: выбирает необходимые параметры, получает расчетное значение, обсуждает соответствующий вопрос между расчетным и фактическими значениями физических величин. Метод способствует углублению знаний учащихся.

Ключевые слова: задача оценивания, частота, межмолекулярное расстояние, гармонический осциллятор, энергия основного состояния.

M. Petrosyan, M. Hayrapetyan, S. Arzumanyan
THE PROBLEMS OF APPRECIATION AS A TYPE OF PHYSICS
PROBLEM

The article discusses one of the types of the appreciation problems, physical problems. In the physical appreciation problems the learner himself projects the approximate model of the given physical phenomenon, selects the necessary parameters, gets the numerical answer, discusses the issue of the correspondency of the real value of the latter and the physical unit. Some examples are mentioned which contribute to the advance of the learner's knowledge.

Key words: problem appreciations, frequency, intermolecular distance, harmonic oscillator, the energy of the basic conditions.

Ֆիզիկայի բոլոր խնդրագրքերում ընդունված է՝ խնդիրները տարբերակել ըստ ֆիզիկայի բաժինների: Կախված խնդրի լուծման բնույթից և մեթոդներից՝ խնդիրները բաժանվում են որակական և հաշվողական խնդիրների: Հաշվողական խնդիրների դասին են պատկանում խնդիր-գնահատումները:

Խնդիր - գնահատումների ձևակերպումներում, որպես կանոն, գրեթե բացակայում են ֆիզիկական մեծությունների թվային արժեքները. ենթադրվում է, որ սովորողն ինքնուրույն կարող է դրանք ընտրել:

Գնահատման խնդիրներում առավել կարևոր և միևնույն ժամանակ դժվար փուլը երևույթի պարզագույն ֆիզիկական մոդելի ընտրությունն ու կառուցումն է [1]: Հարկավոր է ճիշտ ընտրել պարամետրերը, որոնք կարևոր են խնդրի համար, բացահայտում են նրա ֆիզիկական էությունը, և անտեսել այն պարամետրերը, որոնք գործնականորեն չեն ազդում մեզ հետաքրքրող երևույթի վրա: Տարբեր պարամետրերի միջև կապեր հաստատելու համար շատ կարևոր է, որ ճիշտ օգտագործվեն հիմնական ֆիզիկական օրենքները և հասկացությունները:

Ֆիզիկայում հաճախ փորձի կամ հաշվարկի արդյունքում ստացվող մեծությունների արժեքները որոշվում են տարբեր ճշտությամբ: Մի դեպքում՝ ֆիզիկական մեծության արժեքը հարկավոր է իմանալ բավական ճշգրիտ, մեկ այլ դեպքում՝ բավարար է այդ մեծության խիստ մոտավոր արժեքը կամ գնահատումն իմանալը: Ֆիզիկական մեծության արժեքի գնահատմանն ենք դիմում, երբ այդ մեծությունը ճշգրիտ հաշվարկելը կամ փորձով չափելը դժվար է կամ նույնիսկ՝ անհնարին: Ֆիզիկոս-տեսաբանները, ըստ երևույթին ոչ առանց հիմքի, պնդում են, որ նա, ով ձգտում է լրջորեն զբաղվել ֆիզիկայով, նախ և առաջ պետք է սովորի գնահատումներ անել: Չէ՞ որ, ինչպես վերը նշեցինք, գնահատման շատ խնդիրներում սկզբնական տվյալները, որպես կանոն, բավարար չեն խնդրի լուծումը մինչև վերջը հասցնելու համար, և միայն

Ֆիզիկական հատուկ մտածողությամբ օժտված լինելու դեպքում կարելի է կռահել, թե ինչ տվյալներ են պակասում խնդիրն ամփոփ դարձնելու համար: Շատ դեպքերում ֆիզիկական մեծությունն անհրաժեշտ է լինում գնահատել ֆիզիկական խնդիր լուծելիս՝ նրա վերլուծության փուլում: Ֆիզիկական մեծության գնահատում ասելով՝ տվյալ դեպքում նկատի է առնվում ֆիզիկական մեծության կարգի հաշվարկը կամ միևնույն ֆիզիկական մեծության տարբեր արժեքների կարգերի համեմատումը:

Գնահատվում են ոչ միայն ֆիզիկական մեծությունները, այլ նաև ֆիզիկական երևույթները: Այս դեպքում, սակայն, «գնահատում» նշանակում է խնդրում առկա *ֆիզիկական երևույթը դեկավարող հիմնարար օրենքի ստացում*, ինչպես նաև *այդ երևույթը բնութագրող ֆիզիկական մեծության կարգի հաշվարկ*: Ցանկացած ֆիզիկական խնդիր, որի լուծումը հանգում է որոնելի ֆիզիկական մեծության կամ դիտարկվող ֆիզիկական երևույթի գնահատմանը, նույնպես անվանում են *խնդիր-գնահատում* [2, էջ 76]:

Դիտարկենք հետևյալ օրինակները:

Օրինակ 1. *Ի՞նչու մարդը չի կարող թռչել՝ թափահարելով թևերը* [2, էջ 78]:

Լուծում: Պատկերացնելու համար, թե ինչու չի կարող մարդը թռչել, պարզենք, թե ի՞նչ հաճախությամբ է թևերը թափահարում թռչունը՝ օդում «պահվելու» համար: Թևերի մեկ թափահարումով վերջիններիս տակն ընկած օդի սյանը, թափահարման Δt ժամանակամիջոցի ընթացքում հաղորդվում է Δp իմպուլս: Իմպուլսի պահպանման օրենքի համաձայն՝ օդի սյան կողմից այդ նույն իմպուլսն է ստանում նաև թռչունը: Հետևաբար, ըստ Նյուտոնի 2-րդ օրենքի՝

$$\Delta p / \Delta t = m g , \quad (1)$$

որտեղ m -ը թռչնի զանգվածն է:

Դիցուք թռչնի թևերի ընդհանուր մակերեսը S է, իսկ թևերի թափահարման միջին արագությունը Δt ժամանակում՝ V : Այդ ընթացքում թևերի կողմից դեպի ներքև է «մղվում» Δm զանգվածով օդ՝

$$\Delta m = \rho_1 V \Delta t S ,$$

ընդ որում Δm զանգվածով օդին հաղորդվում է

$$\Delta p = \Delta m V = \rho_1 V^2 \Delta t S$$

իմպուլս: Դրա հետևանքով թռչնի թևերի վրա ազդող և դեպի վեր ուղղված ուժը՝

$$F \sim \Delta p / \Delta t \sim \rho_1 V^2 S ,$$

որտեղ ρ_1 - ն օդի խտությունն է: Դիցուք՝ թռչնի թևի երկարությունն l է, իսկ թևերի թափահարման հաճախությունը՝ ν : Թափահարման ընթացքում թևի ծայրն ուղղաձիգով կարող է իջնել l - ով, այսինքն՝ թևի անցած ճանապարհը Δt ժամանակամիջոցում կհամարենք հավասար l -ի: Այդ դեպքում

$$V \sim l/T = l \nu,$$

որտեղ T -ն թափահարումների պարբերությունն է: Գրելով թռչնի հավասարակշռության պայմանը՝

$$F \sim \rho_1 V^2 S \sim \rho_1 l^2 \nu^2 S = mg,$$

ստանում ենք՝

$$\nu \sim \frac{1}{l} \sqrt{\frac{mg}{\rho_1 S}}. \quad (2)$$

Աշխարհի ամենափոքր թռչնի՝ կոլիբրիի թևերի թափահարման ν հաճախության համար ($l \sim 0,1$ մ, $S \sim 0,005$ մ², $m \sim 5 \cdot 10^{-3}$ կգ և օդի խտությունը՝ $\rho_1 \sim 1,3$ կգ/մ³) ստացվում է հետևյալ գնահատումը՝ $\nu \sim 30$ Հց:

Մարդու համար ($l \sim 1,5$ մ, $S \sim 0,075$ մ², $m \sim 60$ կգ) այդ հաճախությունը մի քանի տասնյակ հերցի կարգի է՝ $\nu \sim 50$ Հց: Հետևաբար, որպեսզի մարդը կարողանա «ճախրել» օդում, նա պետք է ձեռքերը թափահարի վայրկյանում շուրջ 50 անգամ, ինչը, բնականաբար, հնարավոր չէ: Բայց դա չի նշանակում, որ մարդն, առհասարակ, չի կարող «ճախրել» օդում: Հունական առասպելաբանությունից հայտնի է, օրինակ, Դեդալոսի մասին լեգենդը: Համաձայն այդ լեգենդի՝ նկարիչ և շինարար Դեդալոսը, իր որդու՝ Իկարոսի հետ բանտարկված լինելով Կրետե կղզու նշանավոր լաբիրինթոսում, թևեր է պատրաստում փետուրներից, ամրացնում դրանք մոմով և որդու հետ միասին թռչում կղզուց: Փորձենք գնահատել, թե այդ դեպքում որքան պետք է լինի արհեստական թևերի ընդհանուր մակերեսը (համարելով, որ թևերի ընդհանուր երկարությունը՝ $l \sim 2$ մ, իսկ թևերի թափահարման հաճախությունը՝ $\nu \sim 2$ Հց): (2) բանաձևից ստանում ենք՝

$$S \sim \frac{mg}{\rho_1 \nu^2 l^2} \sim \frac{60 \cdot 10}{1,3 \cdot 4 \cdot 4} \sim 30 \text{ մ}^2:$$

Այսպիսով, արհեստական թևերի ընդհանուր մակերեսը պետք է լինի գրեթե նույնքան, որքան մեր բնակարանների մակերեսն է: Սակայն նման չափի արհեստական թևերով մարդը չի կարող երկար «ճախրել» օդում: Որքան էլ թեթև լինեն արհեստական թևերը, միևնույն է, մի քանի թափահարումից հետո մարդու ձեռքերը հոգնում են. չէ՞ որ մեր ձեռքերի մկանները բնության կողմից նախատեսված չեն երկար ժամանակ նմանատիպ գործողություններ կատարելու համար:

Հետևյալ խնդիրներում պահանջվում է ֆիզիկական մեծությունները գնահատել՝ որոշելով այդ մեծության մոտավոր արժեքը:

Օրինակ 2. Քանի՞ տոկոսով կփոքրանա ծանրության ուժը $h=1$ կմ բարձրության վրա [2, էջ 79]:

Լուծում: m զանգվածով մարմնի ծանրության ուժը Երկրի մակերևույթին՝

$$F_0 = G \frac{m M}{R^2},$$

իսկ h բարձրության վրա՝

$$F_0 = G \frac{m M}{(R+h)^2},$$

որտեղ M -ը Երկրի զանգվածն է: Հետևաբար՝

$$\frac{F_0 - F_h}{F_0} = 1 - \frac{F}{F_0} = 1 - \frac{R^2}{(R+h)^2} = 1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{h}{R}\right)^2} = 1 - \left(1 + \frac{h}{R}\right)^{-2}:$$

Գրենք, այսպես կոչված, երկանդամի աստիճանի վերլուծության բանաձևը (Նյուտոնի բանաձևը), երբ երկանդամի ցուցիչը՝ n -ը, բնական թիվ է՝

$$(1+x)^n = 1 + n x + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} x^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} x^3 + \dots + x^n: \quad (3)$$

Պարզվում է, որ եթե n -ը կամայական իրական թիվ է, ապա, ընդհանուր դեպքում (3) վերլուծության անդամների թիվն անվերջ է, ընդ որում՝ $|x| < 1$ դեպքում, չնայած դրան, վերլուծության արդյունքը վերջավոր է: Բացի այդ, այս վերջին դեպքում, (3) վերլուծությունը «կտրելով» որևէ անդամից հետո, կստանանք $(1+x)^n$ -ի մոտավոր արժեքը այնքան ավելի ճշգրիտ, որքան «հեռու» տեղից ենք «կտրում» (3) վերլուծությունը:

Քանի որ մեր խնդրում $h \ll R$, այսինքն՝ $h/R \ll 1$, ապա (3) վերլուծությունը «կտրելով» 2-րդ անդամից հետո՝ կստանանք՝

$$\frac{F_0 - F_h}{F_0} \approx 1 - \left(1 - 2 \frac{h}{R}\right)^{-2} = 2 \frac{h}{R} \approx 3 \cdot 10^{-4}$$

կամ՝

$$\frac{F_0 - F_h}{F_0} \approx 0,03\%:$$

Օրինակ 3. Ինչի՞նչ է հավասար նորմալ պայմաններում գտնվող գազի մոլեկուլների միջին d հեռավորությունը [2, էջ 84]:

Լուծում: Միջմոլեկուլային միջին d հեռավորությունը կարող ենք գնահատել, եթե ենթադրենք, որ յուրաքանչյուր մոլեկուլ զբաղեցնում է միևնույն ծավալով տիրույթ, որը կարող ենք համարել d կողով խորանարդ:

Մեկ մոլ գազի համար վիճակի հավասարումից՝

$$P_0 V_M = R T_0, \quad (4)$$

որտեղ V_M -ը $\nu = 1$ մոլ քանակով գազի ծավալն է, իսկ P_0 -ն և T_0 -ն՝ նորմալ պայմաններում գտնվող գազի, համապատասխանաբար, ճնշումը և բացարձակ ջերմաստիճանը, որոշում ենք V_M -ը՝

$$V_M = R T_0 / P_0 :$$

Մյուս կողմից ակներև է՝

$$V_M = N_A \cdot V_0 ,$$

որտեղ V_0 -ն մեկ մոլեկուլի զբաղեցրած ծավալն է, որը հավասար է՝ $V_0 = d^3$, այսինքն՝

$$V_M = N_A \cdot d^3 : \quad (5)$$

(4) և (5) առնչությունների հիման վրա կարող ենք գրել՝

$$N_A \cdot d^3 = \frac{R T_0}{P_0} ,$$

որտեղից՝

$$d = \sqrt[3]{\frac{R T_0}{P_0 N_A}} :$$

Հետևաբար, տեղադրելով $R=8,31$ Ջ/(մոլ*Կ), $T_0=273$ Կ, $P_0=1,01 \cdot 10^5$ Պ, $N_A=6,02 \cdot 10^{23}$ մոլ⁻¹, կստանանք՝ $d \approx 33,4 \cdot 10^{-10}$ մ:

Օրինակ 4. Գնահատել ներդաշնակ տատանակի զրոյական տատանումների էներգիան [3]:

Լուծում: Ինչպես հայտնի է, ներդաշնակ տատանակի լրիվ էներգիան՝

$$E = \frac{P_x^2}{2 m} + \frac{m \omega^2 x^2}{2} \quad (6)$$

որտեղ x -ը և P_x -ը ներդաշնակ տատանվող միկրոօբյեկտի՝ համապատասխանաբար՝ կոորդինատը և իմպուլսն են: Հաշվի առնելով, որ $\Delta x \leq x$ և $\Delta P_x \leq P_x$, հիմնական վիճակի էներգիան գնահատելու համար կարելի է օգտվել հետևյալ առնչությունից՝ $x P_x \approx \hbar$:

Մյուս կողմից՝ քանի որ երկու դրական թվերի միջին թվաբանականը մեծ կամ հավասար է երկրաչափական միջինին, (6) բանաձևը կարելի է գրել հետևյալ կերպ՝

$$E(x) = \frac{P_x^2}{2 m} + \frac{m \omega^2 x^2}{2} \geq 2 \sqrt{\frac{\hbar^2}{2 m x^2} \cdot \frac{m \omega^2 x^2}{2}} = \hbar \omega ,$$

որտեղից հետևում է, որ $E(x)$ ֆունկցիայի նվազագույն արժեքը՝

$$E_{\min} = \hbar \omega , \quad (7)$$

այսինքն՝ միկրոօբյեկտի տատանումների էներգիան, ի տարբերություն դասական տատանակի էներգիայի, հնարավոր չէ լինի զրո. $E_{\min}$ -ը հենց զրոյական տատանումների էներգիայի արժեքն է: (7) գնահատականը զրոյական

տատանումների էներգիայի ճշգրիտ արտահայտությունից տարբերվում է միայն գործակցով:

Օրինակ 5. Գնահատել ջրածնի ատոմի չափերը և այդ ատոմում էլեկտրոնի հնարավոր նվազագույն էներգիան՝ օգտվելով անորոշությունների առնչությունից: Ջրածնի ատոմում էլեկտրոնի էներգիան՝

$$E = \frac{P^2}{2m} - \frac{e^2}{r}, \quad (8)$$

որտեղ m -ը և e - ն՝ համապատասխանաբար էլեկտրոնի զանգվածը և լիցքի մոդուլն են [4]:

Լուծում: Միջուկից r հեռավորությամբ էլեկտրոնի կոորդինատի անորոշությունը կարելի է համարել r , այսինքն՝ $\Delta x = r$, իսկ իմպուլսի պրոյեկցիայի անորոշությունը՝ $\Delta P_x = P$: Հետևաբար՝

$$r P \approx \hbar: \quad (9)$$

(9) բանաձևից տեղադրելով r -ի արտահայտությունը ջրածնի ատոմում էլեկտրոնի էներգիայի բանաձևի մեջ կստանանք՝

$$E = \frac{P^2}{2m} - \frac{e^2}{\hbar} P = \frac{1}{2m} \left(P - \frac{m e^2}{\hbar} \right)^2 - \frac{m e^4}{2 \hbar^2} \geq - \frac{m e^4}{2 \hbar^2},$$

որտեղից հետևում է, որ էներգիայի նվազագույն արժեքը՝

$$E_{\min} = - \frac{m e^4}{2 \hbar^2}: \quad (10)$$

$E_{\min}$ մեծությունը կարելի է դիտել որպես ջրածնի ատոմի հիմնական վիճակի էներգիայի արժեք: Հիմնական համարվում է ջրածնի ատոմի այնպիսի վիճակը, երբ էլեկտրոնի լրիվ էներգիայի մեծությունը նվազագույնն է. այդ վիճակում էլեկտրոնի հեռավորությունը միջուկից հնարավոր ամենափոքրն է:

$E(P) = E_{\min}$, երբ

$$P = \frac{m e^2}{\hbar},$$

հետևաբար, (9) բանաձևի համաձայն՝

$$r_{\min} = \frac{\hbar^2}{m e^2},$$

որն էլ կարելի է համարել ջրածնի ատոմի չափի գնահատական: $r_{\min}$ -ը կոչվում է նաև *ջրածնի ատոմի համար Բորի շառավիղ*. $r_{\min} \approx 0,5 \cdot 10^{-10}$ մ:

Գրականություն

1. **Варламов С. Д.**, Физические задачи оценки, Потенциал № 12 (48) 12.2008
2. **Աթայան Կ., Մայիլյան Ս., Սարգսյան Հ., Պետրոսյան Լ.**, Ֆիզիկայի խնդիրներ, տեսակները և լուծման մեթոդները, Երևան-2004:
3. **Ղազարյան Է., Սարգսյան Հ., Հայրապետյան Դ.**, Զարմանահրաշ նանտաշխարհ, Երևան-2013, էջ 42
4. **Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մայիլյան Ս.**, Ֆիզիկա 12, 2011, էջ 169:
5. **Գևորգյան Ռ., Շեպել Վ.**, Ընդհանուր ֆիզիկայի դասընթաց-1971, էջ 652:

Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Կ.Ս.Արամյանը: