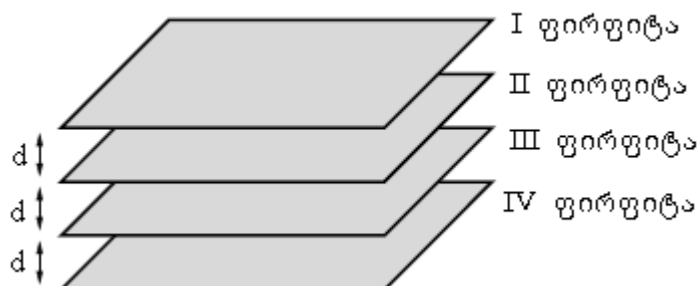


საქართველოს მოსწავლეთა ფიზიკის ნაკრების I შესარჩევი წერა

ამოცანა №1 (5 ქულა)

ლითონის ოთხი ცალი კვადრატული თხელი ფირფიტა განლაგებულია ჰაერში ისე, როგორც ნაჩვენებია ნახატზე. მეზობელ ფირფიტებს შორის მანძილია d . თითოეული ფირფიტის ფართობია A ($A \gg d^2$).



თავდაპირველად I ფირფიტა მიუერთეს U_0 ძაბვის წყაროს დადებით პოლუსს, ხოლო IV ფირფიტა – უარყოფით პოლუსს, ხოლო II და III ფირფიტები ერთმანეთს მიუერთეს მავთულით. ამის შემდეგ მოაშორეს მავთული. ბოლოს I და IV ფირფიტების შემაერთებელი წყარო ჩაანაცვლეს მავთულით. გადადგმული ნაბიჯები გამოსახულია ქვემოთ მოყვანილ ნახატზე.

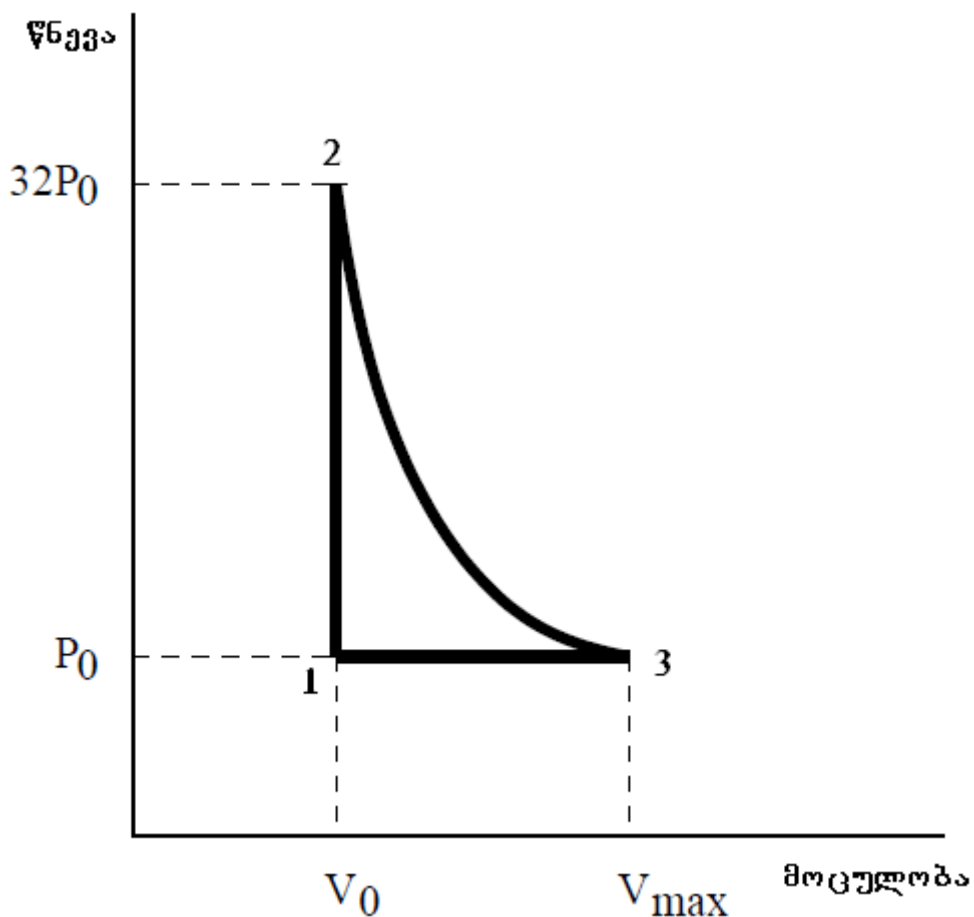


განსაზღვრეთ:

- U_{12} - საბოლოო პოტენციალთა სხვაობა I და II ფირფიტებს შორის;
- U_{23} - საბოლოო პოტენციალთა სხვაობა II და III ფირფიტებს შორის;
- U_{34} - საბოლოო პოტენციალთა სხვაობა III და IV ფირფიტებს შორის.

ამოცანა №2 (5 ქულა)

სითბურ ძრავაში მუშა სხეული ერთატომიანი იდეალური აირია. ძრავას მუშაობის პროცესში აირი ასრულებს ნახატზე გამოსახულ 1-2-3-1 ციკლურ პროცესს (გრაფიკი შესაძლოა არ იყოს დახაზული მასშტაბების დაცვით). 2-3 პროცესი ადიაბატური პროცესია.



- გამოსახულ ციკლურ პროცესში აირის V_{max} მაქსიმალური მოცულობა V_0 მოცულობის საშუალებით. თუ ამოცანის ეს დავალება ვერ შეასრულეთ, დანარჩენ დავალებებში გამოიყენეთ V_{max} ქულების შემდგომი დაკარგვის გარეშე.
- P_0 და V_0 სიდიდებით გამოსახულ ციკლური პროცესის განმავლობაში აირის მიერ მიღებული სითბოს რაოდენობა.
- P_0 და V_0 სიდიდებით გამოსახულ ციკლური პროცესის განმავლობაში აირის მიერ გაცემული სითბოს რაოდენობა.
- გამოთვალეთ ძრავას მარგი ქმედების კოეფიციენტი.

ამოცანა №3 (10 ქულა)

დედამიწიდან h სიმაღლეზე მოთავსებული მაგნიტოფონი, რომელიც უკრავს f_0 სიხშირის ერთ ტონს, იწყებს ვარდნას. თქვენ დგახართ ზუსტად მაგნიტოფონის ქვეშ და ზომავთ დაკვირვებულ სიხშირეს დროის სხვადასხვა მომენტში. $t=0$ იყოს მაგნიტოფონის ვარდნის დაწყების მომენტი. თქვენი დაკვირვების შედეგი ასახულია ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში:

t (წმ)	f (ჰც)
2.0	581
4.0	619
6.0	665
8.0	723
10.0	801

სიმძიმის ძალის აჩქარებაა $g=9.80$ მ/წმ². ჰაერში ბგერის სიჩქარეა $c=340$ მ/წმ. უგულებელყავით ჰაერის წინააღმდეგობა. თქვენ დაგჭირდებათ ბგერებისათვის დოპლერის ეფექტის ფორმულა უძრავ ჰაერში ბგერის წყაროსა და დამკვირვებლის ერთი წრფის გასწვრივ მოძრაობის შემთხვევაში, რომელსაც შემდეგი სახე აქვს:

$$f=f_0 \frac{c+u}{c+v}$$

სადაც f_0 წყაროს მიერ გამოსხივებული სიხშირეა, f – დამკვირვებლის მიერ აღქმული სიხშირე, u – დამკვირვებლის სიჩქარე, ხოლო v – წყაროს სიჩქარე ($u < c$, $v < c$). დადებითად ითვლება დამკვირვებლის მიერ აღქმული ბგერის გავრცელების მიმართულება. თუ სიჩქარეები მიმართულია დადებით მხარეს, მაშინ მათ წინ ვირჩევთ ზედა ნიშანს, ხოლო საწინააღმდეგო შემთხვევაში – ქვედას.

- გამოსახეთ t მომენტში დამკვირვებლის მიერ აღქმული ბგერის f სიხშირე t , f_0 , g , h და c სიდიდეებით. განიხილეთ მხოლოდ ის შემთხვევა, როდესაც მაგნიტოფონის სიჩქარე ჰაერში ბგერის სიჩქარეზე ნაკლებია.
- მილიმეტრულ დანაყოფიან ფურცელზე სათანადო გრაფიკის აგებით დარწმუნდით, რომ თეორია დამაკმაყოფილებლად აღწერს გაზომვების შედეგებს.
- გამოთვალეთ მაგნიტოფონის მიერ გამოცემული ტონის f_0 სიხშირე.
- გამოთვალეთ h სიმაღლე, საიდანაც ჩამოვარდა მაგნიტოფონი.

ამოცანა №4 (10 ქულა)

აიროვანი განმუხტვის მაღალტემპერატურულ პლაზმაში გვაქვს ატომების $(Z-1)$ -ჯერადად იონიზებული იონები, რომელთა ბირთვში Z პროტონია. ასეთი იონები $A^{(Z-1)+}$ სიმბოლოთი აღვნიშნოთ.

1. განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც $A^{(Z-1)+}$ იონის ერთადერთი ელექტრონი ძირითად მდგომარეობაშია. ამ მდგომარეობაში ელექტრონის ბირთვამდე დაშორების კვადრატის $\overline{r^2}$ საშუალო განვსაზღვროთ, როგორც ელექტრონის კოორდინატების განუზღვრელობათა $(\Delta x)^2, (\Delta y)^2$ და $(\Delta z)^2$ კვადრატების ჯამი. ელექტრონის იმპულსის კვადრატის $\overline{p^2}$ საშუალო განვსაზღვროთ, როგორც იმპულსების გეგმილების განუზღვრელობათა $(\Delta p_x)^2, (\Delta p_y)^2$ და $(\Delta p_z)^2$ კვადრატების ჯამი. რა უტოლობას აკმაყოფილებს $\overline{p^2} \cdot \overline{r^2}$ ნამრავლი?

2. განსაზღვრეთ $A^{(Z-1)+}$ იონის შინაგანი ენერგია ძირითად მდგომარეობაში. დაეცრდებით იმ ფაქტს, რომ ძირითად მდგომარეობაში ის მინიმალურია. გამოიყენეთ შემდეგი მიახლოებები: ა) ელექტრონის პოტენციალური ენერგიის გამოსახულებაში ბირთვისა და ელექტრონის შორის მანძილის როლში გამოიყენეთ $r = \sqrt{r^2}$ მნიშვნელობა; ბ) ელექტრონის კინეტიკური ენერგიის გამოსახულებაში იმპულსის კვადრატის როლში გამოიყენეთ $\overline{p^2}$ მნიშვნელობა. გამოიყენეთ მიახლოებითი ტოლობა $\overline{p^2} \cdot \overline{r^2} \approx \hbar^2$.

3. $A^{(Z-1)+}$ იონს შეუძლია ჩაიჭიროს მეორე ელექტრონი (რეკომბინაცია) და ამ დროს გამოასხივოს ფოტონი.

განსაზღვრეთ რეკომბინაციის შედეგად მიღებული $A^{(Z-2)+}$ იონის ენერგია ძირითად მდგომარეობაში. ელექტრონების საშუალო დაშორებები ბირთვამდე r_1 და r_2 -ით აღნიშნეთ (მეორე პუნქტის r -ის ანალოგიურად). შეიძლება ჩათვალოს, რომ ელექტრონებს შორის მანძილია $r_1 + r_2$. თითოეული ელექტრონის იმპულსის კვადრატის საშუალო აკმაყოფილებს განუზღვრელობის თანაფარდობას:

$$\overline{p_1^2} \cdot \overline{r_1^2} \approx \hbar^2 \quad \text{და} \quad \overline{p_2^2} \cdot \overline{r_2^2} \approx \hbar^2.$$

მითითება. გამოიყენეთ ის ფაქტი, რომ ძირითად მდგომარეობაში ენერგიის მინიმალურობისათვის აუცილებელია $r_1 = r_2$ პირობის შესრულება.

4. რისი ტოლია Z , თუ რეკომბინაციის დროს გამოსხივდა $\omega_0 = 2,5 \times 10^{17}$ წმ⁻¹ ციკლური სიხშირის ფოტონი?

მ ი თ ი თ ე ბ ა . განიხილეთ მხოლოდ ძირითად მდგომარეობაში მყოფი იონის უძრავი ელექტრონით რეკომბინაციის შემთხვევა.

ელემენტარული მუხტია $e = 1.6 \times 10^{-19}$ კ

კულონის მუდმივაა $k = 9 \times 10^9$ ნმ²/კ²

ელექტრონის მასაა $m = 9.1 \times 10^{-31}$ კგ

პლანკის მუდმივაა $\hbar = 1.05 \times 10^{-34}$ ჯწმ