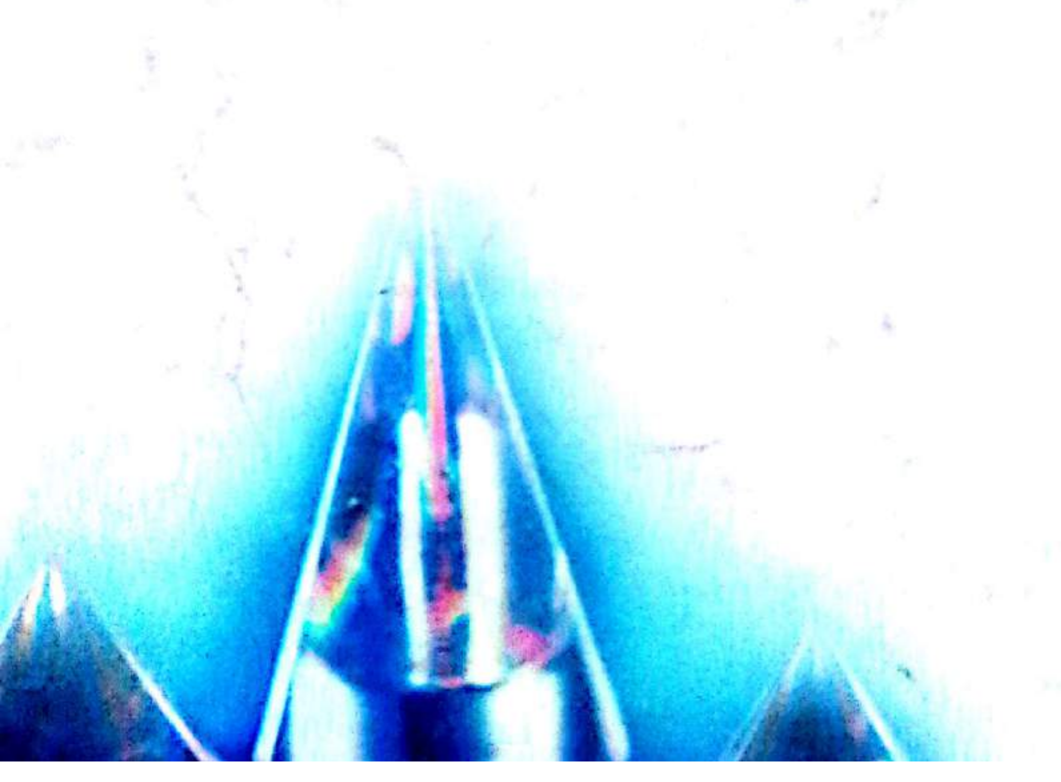
پۈتۈن كۈنلۈك ئادەتتىكى تولۇق ئوتتۇرا مەكتەپلەر ئۈچۈن دەرسلىك

فىزىكا

3 ـ قىسىم



مۇندەرىجە

ئوپتىكا

ئون توققۇزىنچى باب . يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىشى 2

§1 . يورۇقلۇقنىڭ تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىشى 3

ئوقۇش ماتېرىيالى يورۇقلۇقنىڭ تېزلىكىنى ئۆلچەش 5

§2 . يورۇقلۇقنىڭ سۇنۇشى 7

ئوقۇش ماتېرىيالى مۇتلەق سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى ۋە نىسبىي سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى 10

§3 . تولۇق قايتىش 13

ئوقۇش ماتېرىيالى ئاتموسفېرادىكى يورۇقلۇق ھادىسىسى (I)—ئاتموسفېرادا سۇنۇپ توغرىلىنىش 17

ئاتموسفېرادىكى يورۇقلۇق ھادىسىسى (II)—ئېزىتقۇ 17

§4 .يورۇقلۇقنىڭ رەڭلەرگە ئاجرىلىشى 18

ئوقۇش ماتېرىيالى تولۇق قايتۇرغۇچى پرىزما 20

يىگىرمىنچى باب . يورۇقلۇقنىڭ دولقۇنلۇق خۇسۇسىيىتى 26

§1 . يورۇقلۇقنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيىسى 27

§2 . يورۇقلۇقنىڭ دىفراكسىيىسى 32

ئوقۇش ماتېرىيالى پوئاسسون يورۇق دېغى 34

§3 . يورۇقلۇقنىڭ ئېلېكتر ماگنىت تەلىماتى 35

§4 . يورۇقلۇقنىڭ پولىيارىزاتسىيىسى 39

ئوقۇش ماتېرىيالى ستېرېئولۇق كىنو ۋە پولىيارىزاتسىيە 42

§5 . لازېر نۇر 43

يېقىنقى زامان فىزىكىسىنىڭ دەسلەپكى قەدىمى

يىگىرمە بىرىنچى باب . كۋانت نەزەرىيىسىنىڭ دەسلەپكى قەدىمى 48

§1 . فوتو ئېلېكتر ئېففېكتى ۋە فوتون 49

ئوقۇش ماتېرىيالى   ئىسسىقلىق رادىئاتسىيىسى ۋە پلانكنىڭ كۋانت تەلىماتى 53
§ 2 . يورۇقلۇقنىڭ دولقۇن ۋە زەررىچىدىن ئىبارەت ئىككى ياقلىمىلىق خۇسۇسىيىتى 54
ئوقۇش ماتېرىيالى   كومپتون ئېففېكتى 57
§ 3 . ئېنېرگىيە دەرىجىسى 57
§ 4 . ماددا دولقۇن 61
ئوقۇش ماتېرىيالى   مىكروسكوپىنىڭ پەرقلەندۇرۇش ئىقتىدارى 64
*§ 5 . ئېنىقسىزلىق مۇناسىۋەت 65
ئوقۇش ماتېرىيالى كۋانت مېخانىكىسى 67

يىگىرمە ئىككىنچى باب . ئاتوم يادروسى 71

§ 1 . ئاتومنىڭ يادرولۇق تۈزۈلۈشى   ئاتوم يادروسى 72
§ 2 . تەبىئىي رادىئوئاكتىپلىق ھادىسە   يىمىرىلىش 75
ئوقۇش ماتېرىيالى   قەدىمكى ياغاچنىڭ يىلىنى ئېنىقلاش 79
*§ 3 . نۇرلارنى تەكشۈرۈش ئۇسۇلى 79
§ 4 . رادىئوئاكتىپلىقتىن پايدىلىنىش ۋە ئۇنىڭدىن قوغدىنىش 82
§ 5 . يادرو رېئاكسىيىسى ۋە يادرو ئېنېرگىيىسى 85
§ 6 . پارچىلىنىش 87
ئوقۇش ماتېرىيالى   كۆپەيتكۈچى رېئاكتور 91
§ 7 . يېنىك يادرولارنىڭ يىغىلىشى 92
ئوقۇش ماتېرىيالى   زەررىچە فىزىكىسىنى قىسقىچە تونۇشتۇرۇش 93

يىگىرمە ئۈچىنچى باب . نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنى قىسقىچە تونۇشتۇرۇش 98

§ 1 . تار مەنىدىكى نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنىڭ ئاساسىي پەرىزى 99
§ 2 . ۋاقىت ۋە بوشلۇقنىڭ نىسپىيلىكى 103
§ 3 . تار مەنىدىكى نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنىڭ باشقا خۇلاسىلىرى 109
§ 4 . ئىنېرتسىيىلىك كۈچ ، ئىنېرتسىيىلىك ماسسا ۋە تارتىشىش كۈچ ماسسىسى 111
ئوقۇغۇچىلار تەجرىبىسى 115
§ 1 . ئەينەكنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنى ئۆلچەش 115
§ 2 . قوش يوچۇقتىكى ئىنتېرفېرېنسىيىدىن پايدىلىنىپ يورۇقلۇقنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنى ئۆلچەش 116

قوشۇمچە

بىر قىسىم ئاتالغۇلارنىڭ خەنزۇچە - ئىنگلىزچە - ئۇيغۇرچە سېلىشتۇرمىسى 118

www.uyghurkitap

§ 1 . يورۇقلۇقنىڭ تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىشى

يورۇقلۇق مەنبەسى ئالەمدىكى جىسىملارنىڭ بەزىلىرى يورۇقلۇق چىقىرىدۇ ، يەنە بەزىلىرى يورۇقلۇق چىقارمايدۇ . ئۆزى يورۇقلۇق چىقىرىدىغان جىسىملارنى **يورۇقلۇق مەنبەسى** دەپ ئاتايمىز . قۇياش ، **لامپۇچكا** ، ياندۇرۇلغان شام قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسى يورۇقلۇق مەنبەسى ھېسابلىنىدۇ . يورۇقلۇق ئېنېرگىيىگە ئىگە بولۇپ ، بۇ ئارقىلىق جىسىملارنى ئىسسىتقىلى ، سۈرەت ئېلىش لېنتىسىنى (نېگاتىپىنى) يورۇقلۇق سەزگۈرلىگىلى ، فوتو ئېلېمېنت (يورۇقلۇق باتارېيىسى)نى توك بىلەن تەمىنلىگىدىغان قىلغىلى بولىدۇ . بۇ چاغدا يورۇقلۇق ئېنېرگىيىسى ئايرىم - ئايرىم ھالدا ئىچكى ئېنېرگىيە ، خىمىيىلىك ئېنېرگىيە ۋە ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىدۇ . يورۇقلۇق مەنبەسى يورۇقلۇق چىقارغاندا ، باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرنى سەرپ قىلىپ ، باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرنى يورۇقلۇق ئېنېرگىيىسىگە ئايلاندۇرىدۇ . لامپۇچكا يورۇقلۇق چىقارغاندا ، ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنى سەرپ قىلىدۇ ، شام يورۇقلۇق چىقارغاندا خىمىيىلىك ئېنېرگىيىنى سەرپ قىلىدۇ ، قۇياش يورۇقلۇق چىقارغاندا ، قۇياشنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى يادرو ئېنېرگىيىسىنى سەرپ قىلىدۇ . يورۇقلۇق ئادەمنىڭ كۆزىگە چۈشكەندە ، ئادەم كۆزىدە كۆرۈش سېزىم ئىنكاسىنى قوزغايدۇ . يورۇقلۇق مەنبەسى چىقارغان يورۇقلۇق كۆزىمىزگە چۈشكەنلىكتىن ، بىز ئۇنى كۆرەلەيمىز . يورۇقلۇق چىقارمىغان جىسىملارنىمۇ كۆرەلىشىمىزدىكى سەۋەب شۇكى ، يورۇقلۇق مەنبەسى چىقارغان يورۇقلۇق ئۇلارغا چۈشكەندە ، ئۇلار تۆت ئەتراپقا چاچرىتىپ قايتۇرغان يورۇقلۇقلار كۆزىمىزگە كىرىدۇ .

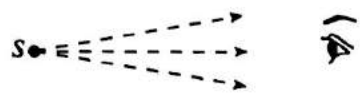
مەلۇم بىر ئوپتىكىلىق مەسىلىنى تەتقىق قىلغاندا، ئەگەر يورۇقلۇق مەنبەسى ناھايىتى كىچىك ھەم ئارىلىقى بىزدىن ناھايىتى يىراق بولسا، بۇ چاغدا بۇ يورۇقلۇق مەنبەسىنى بىر يورۇقلۇق چىقىرىش نۇقتىسى دەپ قاراشقا بولىدۇ. بۇنداق يورۇقلۇق مەنبەسى نۇقتىۋى يورۇقلۇق مەنبەسى دېيىلىدۇ.

يورۇقلۇقنىڭ تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىشى ۋە نۇر ئىچىدە يورۇقلۇق تارقىلالايدىغان ماددا **ئوپتىك مۇھىت** ، قىسقىچە **مۇھىت** دەپ ئاتىلىدۇ ، تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ، ئوخشاش بىر تەكشى مۇھىتتا يورۇقلۇقنىڭ تۈز سىزىق بويلاپ تارقىلىدىغانلىقىنى ئۆگىنىپ ئۆتتۇق . قاراڭغۇ ئۆينىڭ دېرىزىسىدىن بىر كىچىك تۆشۈك ئېچىپ ، بىر دەستە قۇياش يورۇقلۇقىنى مۇشۇ كىچىك تۆشۈككە چۈشۈرسەك ، بۇ دەستە قۇياش يورۇقلۇقىنىڭ تارقىلىش يولىنىڭ تۈپتۈز بولىدىغانلىقىنى كۆرەلەيمىز (19 . 1 - رەسىم) . مانا بۇ يورۇقلۇقنىڭ تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىدىغانلىقىنىڭ بىۋاستە ئىسپاتى . تەبىئەتتىكى نۇرغۇن يورۇقلۇق ھادىسىلىرى ، مەسىلەن ، سايە ، كۈن تۇتۇلۇش ، ئاي تۇتۇلۇش ، كىچىك تۆشۈك ئارقىلىق تەسۋىر ھاسىل قىلىش قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسى يورۇقلۇقنىڭ تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىشىدىن ھاسىل بولىدۇ .

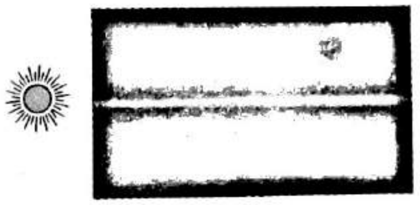
بۇ بىر دەستە قۇياش يورۇقلۇقى بېسىپ ئۆتكەن جايلاردىكى نۇرغۇن چاڭ-توزان مىكرو دانچىلىرى يورۇقلۇقنى ھەر-قايسى يۆنىلىشلەرگە قايتۇرۇپ چىقىرىدۇ، بۇ قايتقان يورۇقلۇقلارنىڭ بىر قىسمى كۆزىمىزگە كىرىدۇ، بىزگە كۆرۈنگىنى نۇرغۇن مىكرو زەررىچىلەرنىڭ چاقنىغان نۇقتىسىدىن ئىبارەت بولىدۇ. بۇلار بۇ دەستە قۇياش يورۇقلۇقىنىڭ تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىدىغانلىقىنى گەۋدىلەندۈرۈپ بېرىدۇ.

يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىنى تەتقىق قىلىشتا ، دائىم نۇر ئۇقۇمىدىن پايدىلىنىمىز . يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىنى بويلىتىپ بىر تال سىزىق سىزىپ ئۇنىڭغا ئىسترېلكا ئىپادىلەپ قويۇش ئارقىلىق يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىنى ئىپادىلەيمىز . بۇنداق سىزىق **نۇر** دەپ ئاتىلىدۇ .ئادەم كۆزى بىلەن جىسىملارنى كۆزەتكەندە ، كۆزگە چۈشكەن ئاشۇ قىسىم نۇرلارنىڭ يۆنىلىشىگە ۋە يورۇقلۇقنىڭ تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىدىغانلىقىدىن ئىبارەت بۇ تەجرىبىگە ئاساسەن جىسىمنىڭ ئورنىغا ھۆكۈم قىلىدۇ . 19 .2 - رەسىم ئادەم كۆزى مەلۇم بىر چېچىلغان يورۇقلۇق دەستىسى دائىرىسىدە تۇرغاندا ، بۇنىڭ ئىچىدىكى بىر قىسىم نۇرلارنىڭ ئادەم كۆزىگە چۈشكەنلىكىنى ئىپادىلەپ بېرىدۇ . كۆزەتكۈچى يورۇقلۇقنىڭ

تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىشىدىن ئىبارەت بۇ تەجرىبىگە ئاساسەن ، يورۇقلۇق كۆزگە چۈشكەن نۇرلارنىڭ قارشى يۆنىلىشتىكى ئۇزارتىلغان (داۋاملاشتۇرۇلغان) سىزىقلىرىنىڭ كېسىشىش نۇقتىسىدىن چىققان ، دەپ قارايدۇ .



19 .2 ـ رەسىم . يورۇقلۇقنىڭ تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىشىدىن پايدىلىنىپ يورۇقلۇق چىقارغۇچى نۇقتا S نىڭ ئورنىغا ھۆكۈم قىلىشقا بولىدۇ .



19 .1 ـ رەسىم . يورۇقلۇقنىڭ تۈز سىزىق بويلاپ تارقىلىشى

بەزى يورۇقلۇق مەنبەلىرى ، مەسىلەن ، لازېر ئاپپاراتى چىقارغان يورۇقلۇق دەستىسى ناھايىتى يىراقلارغا يېتىپ بارالايدۇ ، ئەمما كەڭلىكىدە ئانچە چوڭ ئۆزگىرىش بولمايدۇ . ھەربىر دەستە لازېر نۇردا نۇرغۇن نۇرلارنى سىزىشقا بولىدۇ ، بۇ نۇرلار ئۆزئارا پاراللېل بولىدۇ ، شۇڭا بۇ نۇرلار پاراللېل يورۇقلۇق دەپ ئاتىلىدۇ . ئاددىي تەجرىبىلەرنى ئىشلىگەندە ، قۇياش يورۇقلۇقىنىمۇ پاراللېل يورۇقلۇق دەپ قاراشقا بولىدۇ .

يورۇقلۇقنىڭ تېزلىكى يورۇقلۇق يورۇقلۇق مەنبەسىدىن چىقىپ چەكلىك تېزلىك بويىچە سىرتقا تارقىلىدۇ ، يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىشى ناھايىتى تېز بولىدۇ . ئادەتتە چېلىقىدىغان ئارىلىق ئىچىدە ، يورۇقلۇق يورۇقلۇق مەنبەسىدىن چىقىپ كۆزىمىزگە چۈشكەنگە قەدەر كېتىدىغان ۋاقىت ناھايىتى قىسقا بولىدۇ ، سېزىمغا تايىنىپ بۇنى سېزىش ئەسلا مۇمكىن ئەمەس ، شۇڭا تارىختا ناھايىتى ئۇزاق ۋاقىت ئىچىدە كىشىلەر يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىشى ئۈچۈن ۋاقىت لازىم بولمايدۇ ، دەپ قاراپ كەلگەن . تاكى 17 ـ ئەسىرگە كەلگەندە ئاندىن يورۇقلۇقنىڭ چەكلىك تېزلىك بويىچە تارقىلىدىغانلىقى بايقالغان . ھازىر مەلۇم بولدىكى ، يورۇقلۇقنىڭ ۋاكۇئۇمدىكى (ھەقىقىي بوشلۇقتىكى) تېزلىكى تەخمىنەن 300000km/s ، يەنى يورۇقلۇق تېزلىكى

$$c=3.00\times10^{8}\mathrm{m/s}.$$

مۇلاھىزە ۋە مۇھاكىمە

1.19 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئەھۋالدا، بىزنىڭ كۆرىدىغىنىمىز كىچىك تۆشۈكتىن ئۆتكەن بىر دەستە قۇياش يورۇقلۇقى بولسا، ئالەم ئۇچقۇچىسىغا ئالەم بوشلۇقى قاپقاراڭغۇ كۆرۈنىدۇ. بۇ نېمە ئۈچۈن؟

نۇر ناھايىتى ئەھمىيەتلىك ئۇقۇم، بۇ ئۇقۇم بولغاندىن كېيىن، گېئومېترىيىلىك ئۇسۇلدىن پايدىلىنىپ يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىشىنى تەتقىق قىلىشقا بولىدۇ. نۇر ئۇقۇمى بىرخىل ئىلمىي ئابستراكتلاشتۇرۇلغان ئۇقۇم بولۇپ، بۇ ئارقىلىق يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىنى ئىپادىلەشكە بولىدۇ. نۇر ئەمەلىيەتتە مەۋجۇت ئەمەس، ئەمەلىيەتتە ناھايىتىتار بىر دەستە يورۇقلۇق بولغان ھالەتتىمۇ،يەنىلا چوقۇم مۇئەييەن توملۇققا ئىگە بولۇپ، گېئومېترىيىلىك سىزىقتەك نۇرلارغا ئېرىشىش مۇمكىن ئەمەس.

يورۇقلۇقنىڭ تېزلىكىنى ئۆلچەش

ئوقۇش ماتېرىيالى

1607 ـ يىلى گالىلېي ئەڭ ئاۋۋال يورۇقلۇق تېزلىكىنى ئۆلچەشكە ئۇرۇنغان. تەجرىبە ئىشلىگۈچى ئىككى كىشى بىرىم كېچىدە ئۆزئارا ئارىلىقى تەخمىنەن 1.6km بولغان ئىككى تاغ چوققىسىدا ھەرقايسىسى بىردىن قاپلاقلىق چىراغنى تۇتۇپ تۇرغان. بىرىنچى كىشى ئالدى بىلەن چىراغ قېپىنى ئېلىۋېتىش بىلەن بىللە، شۇ چاغدىكى ۋاقىتنى خاتىرىلىۋالغان. ئىككىنچى كىشى چىراغ يورۇقىنى كۆرگەندىن كېيىن دەرھال ئۆزىدىكى چىراغنىڭ قېپىنى ئېلىۋەتكەن. بىرىنچى كىشى ئىككىنچى كىشىنىڭ چىراغ يورۇقىنى كۆرگەندىن كېيىن، دەرھال شۇ چاغدىكى ۋاقىتنى خاتىرىلىۋالغان، ئاندىن كېيىن خاتىرىلىۋېلىنغان ۋاقىت ئارىلىقى ۋە ئىككى تاغ چوققىسى ئارىسىدىكى ئارىلىققا ئاساسەن يورۇقلۇقنىڭ تېزلىكىنى ھېسابلاپ چىققان. يورۇقلۇق تېزلىكىنى ئۆلچەشنىڭ بۇ خىل ئۇسۇلى گەرچە پرىنسىپ جەھەتتىن توغرا بولسىمۇ، ئەمما يورۇقلۇق تېزلىكىنى ئۆلچەپ چىقالمىغان. بۇنىڭ سەۋەبى شۇكى، يورۇقلۇق تېزلىكى ناھايىتى چوڭ بولغانلىقتىن، يورۇقلۇقنىڭ ئارىلىقى 1.6km بولغان ئىككى تاغ چوققىسى ئارىسىدا بىر قېتىم بېرىپ ـ كېلىشى ئۈچۈن پەقەت تەخمىنەن يۈز مىڭدىن بىر سېكۇنت كېتىدۇ، مۇنداق قىسقا ۋاقىت تەجرىبە ئىشلىگۈچىنىڭ **ئىنكاس ۋاقتىدىن** كۆپ قىسقا بولىدۇ، بىرقەدەر نازۇك ۋاقىت ئۆلچەش ئەسۋابى بولغان تەقدىردىمۇ، يورۇقلۇق تېزلىكىنى ئۆلچەپ چىقىش مۇمكىن ئەمەس، شۇ چاغدىكى ئاددىي ۋاقىت ئۆلچەش قورۇلمىسىدىن پايدىلىنىپ ئۆلچەپ چىقىش تېخىمۇ مۇمكىن ئەمەس.

يورۇقلۇق تېزلىكىنى ئۆلچەش ئۈچۈن، ناھايىتى چوڭ ئارىلىقتىن پايدىلىنىش شەرت ياكى ئەپچىل ئۇسۇللاردىن پايدىلىنىپ ناھايىتى قىسقا ۋاقىت ئارىلىقىنى ئۆلچەپ چىقىش لازىم. گالىلېيدىن كېيىنكى ئالىملار دەل مۇشۇ ئىككى يۆنىلىشنى بويلاپ يورۇقلۇق تېزلىكىنى ئۆلچەشنىڭ ئۇسۇللىرى ھەققىدە ئىزلەنگەن.

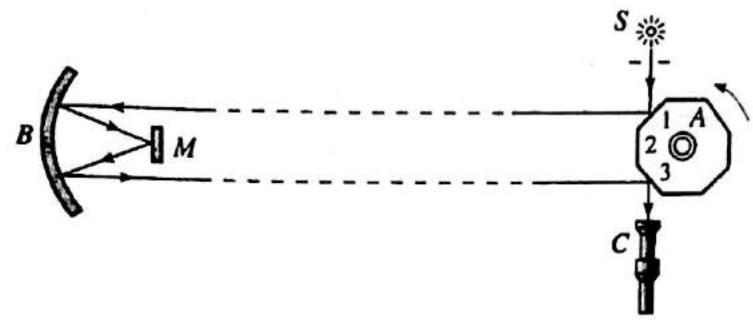
1676 ـ يىلى دانىيە ئاسترونومىيە ئالىمى روم (1644～1710) ئاسترونومىيىلىك كۆزىتىش ئۇسۇلىدىن پايدىلىنىپ يورۇقلۇقنىڭ چەكلىك تېزلىك بىلەن تارقىلىدىغانلىقىنى بايقىغان. روم ئۆلچىگەن سانلىق مەلۇماتلاردىن پايدىلىنىپ يورۇقلۇق تېزلىكىنىڭ چوڭلۇقىنى ھېسابلاپ چىقىشقا بولىدۇ. بۇخىل ئۇسۇل چوڭ ئارىلىقتىن پايدىلىنىش ئۇسۇلىغا تەۋە.

يەر يۈزىدىكى ئانچە ئۇزۇن بولمىغان ئارىلىق ئىچىدە يورۇقلۇق تېزلىكىنى ئۆلچەش ئۈچۈن، ئالىملار ھەرخىل ئەپچىل تەجرىبە ئۇسۇللىرىنى لايىھەلەپ چىقىپ، ناھايىتى قىسقا ۋاقىت ئارىلىقىنى ئۆلچەپ چىقىشقا قولايلىق ياراتتى. 1849 ـ يىلى فرانسىيە فىزىكا ئالىمى فىزو (1819～1896) تۇنجى بولۇپ يەر يۈزىدە يورۇقلۇق تېزلىكىنى ئۆلچەپ چىقتى. كېيىن يەنە نۇرغۇن ئالىملار تېخىمۇ ئېنىق، توغرا ئۇسۇللارنى قوللىنىپ يورۇقلۇق تېزلىكىنى ئۆلچەپ چىقتى. تۆۋەندە ئامېرىكا فىزىكا ئالىمى مايكېلسون (1852～1931)نىڭ ئايلانما پرىزما ئۇسۇلىنى ئاددىي ھالدا تونۇشتۇرۇپ ئۆتىمىز.

مايكېلسون ئىككى تاغ چوققىسىنى تاللىۋېلىپ، بۇ ئىككى تاغ چوققىسىنىڭ ئارىلىقىنى ئۆلچىۋالغان. ئۇ بىرىنچى تاغ چوققىسىغا بىر دانە كۈچلۈك يورۇقلۇق مەنبەسى S نى ۋە بىر دانە مۇنتىزىم سەككىز ياقلىق ئەينەك پرىزما A نى ئورناتقان (3.19 ـ رەسىم). يورۇقلۇق مەنبەسى S تىن چىققان يورۇقلۇق تار يوچۇق ئارقىلىق سەككىز ياقلىق ئەينەك A دىكى ياق 1گە چۈشۈپ قايتقاندىن كېيىن، ئىككىنچى تاغ چوققىسىغا ئورۇنلاشتۇرۇلغان پىتنىغۇ ئەينەك B غا چۈشۈپ، يەنە قايتىپ تەكشى ئەينەك M غا چۈشۈپ، M دا قايتقاندىن كېيىن، يەنە B دىن بىرىنچى چوققىغا قايتىپ كېلىدۇ. ئەگەر سەككىز ياقلىق ئەينەك تىنچ تۇرغان بولسا، قايتىپ كەلگەن يورۇقلۇق سەككىز ياقلىق ئەينەكنىڭ باشقا بىر يېقى 3 كە چۈشۈپ، ياق 3 تىن قايتقاندىن كېيىن، دۇربۇن (تېلېسكوپ) C ئارقىلىق كۆزەتكۈچىنىڭ كۆزىگە چۈشىدۇ ـ دە، كۆزەتكۈچى يورۇقلۇق مەنبەسى S نىڭ تەسۋىرىنى كۆرىدۇ.

ئەگەر سەككىز ياقلىق ئەينەكنى ئايلاندۇرسا، يورۇقلۇق پىتنىغۇ ئەينەك B ئارقىلىق قايتقان چاغدا، سەككىز ياقلىق ئەينەكتىكى ياق 3 ئەسلىدىكى يۆنىلىشىدىن ئېغىشىدىغانلىقتىن، ياق 3 تىن قايتقان يورۇقلۇق دۇربۇنغا چۈشمەيدۇ، نەتىجىدە كۆزەتكۈچى يورۇقلۇق مەنبەسى S نىڭ تەسۋىرىنى كۆرەلمەيدۇ. سەككىز ياقلىق ئەينەكنىڭ ئايلىنىش تېزلىكىنى مۇۋاپىق تەڭشەش ئارقىلىق، قايتقان يورۇقلۇق سەككىز ياقلىق ئەينەككە چۈشكەندە، سەككىز ياقلىق ئەينەك دەل $\frac{1}{8}$ قىسىم

ئايلىنىدىغان قىلىنسا، بۇ چاغدا ياق 2 ئەسلىدىكى ياق 3 نىڭ ئورنىغا كەلگەن بولىدۇ، ياق 2 دىن قايتقان يورۇقلۇق دۇربۇنغا چۈشىدىغانلىقتىن، كۆزەتكۈچى يەنە S نىڭ تەسۋىرىنى كۆرەلەيدۇ. سەككىز ياقلىق ئەينەكنىڭ $\frac{1}{8}$ قىسىم ئايلىنىشى ئۈچۈن كەتكەن ۋاقىت بىلەن ئىككى تاغ چوققىسى ئارىسىدىكى ئارىلىققا ئاساسەن، يورۇقلۇقنىڭ ھاۋادىكى تېزلىكىنى ھېسابلاپ چىقىشقا بولىدۇ. مايكېلسون تۈزىتىش (توغرىلاش) ئارقىلىق، يورۇقلۇق تېزلىكىنىڭ ۋاكۇئۇمدىكى تارقىلىش تېزلىكى $c=(299796\pm4)$km/s قا ئېرىشكەن.



3.19 – رەسىم. مايكېلسون يورۇقلۇق تېزلىكىنى ئۆلچەشتە پايدىلانغان تەجرىبە سخېمىسى

يورۇقلۇق تېزلىكى فىزىكىدىكى بىر ئاساسىي تۇراقلىق سان. ئالىملار يورۇقلۇق تېزلىكىنى تېخىمۇ توغرا ئۆلچەش ئۈچۈن ئۇدا تىرىشىپ كەلدى. 1970 – يىلىدىن كېيىن لازېر نۇرىدىن پايدىلىنىپ يورۇقلۇق تېزلىكىنى ئۆلچەشكە باشلىدى. لازېر نۇر ئارقىلىق ئۆلچەش ئۇسۇلى ئۆلچەشنىڭ ئېنىقلىق دەرىجىسىنى زور دەرىجىدە يۇقىرى كۆتۈردى. 1975 – يىلىدىكى 15 – نۆۋەتلىك خەلقئارا ئۆلچەم يىغىنىنىڭ قارارىغا ئاساسەن، ۋاكۇئۇمدىكى يورۇقلۇق تېزلىكىنىڭ ئەڭ ئىشەنچلىك قىممىتى مۇنداق بېكىتىلدى:

$$c=(299792458\pm1)\text{m/s}.$$

ئاددىي ھېسابلاشلاردا $c=3.0\times10^8$m/s دەپ ئېلىنسا بولىدۇ.

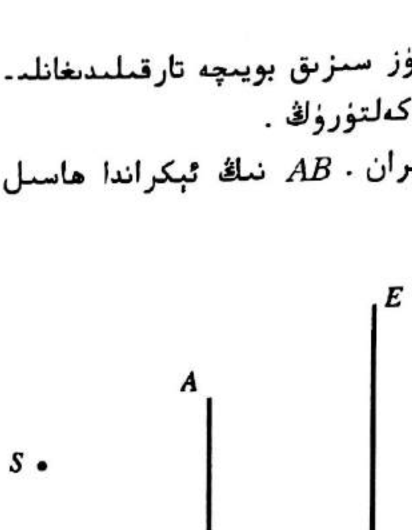
1 – مەشىق

(1) تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ئۆگەنگەن بىلىملەرنى تەكرارلاپ، يورۇقلۇقنىڭ تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىدىغانلىقىدىن پايدىلىنىپ ئەمەلىي مەسىلىلەرنى ھەل قىلىشقا ئائىت مىساللاردىن بىرنەچچىنى كەلتۈرۈڭ.

(2) 4.19 – رەسىمدە، S نۇقتىسىۋى يورۇقلۇق مەنبەسى، AB جىسىم، E ئېكران. AB نىڭ ئېكراندا ھاسىل بولغان سايىسىنىڭ دائىرىسىنى سىزىپ چىقىڭ.

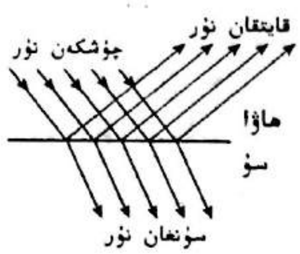
(3) مەكتەپتىكى دۆلەت بايرىقىنى چىقىرىش خادىسىنىڭ ئېگىزلىكىنى بىلمەكچى بولغاندا، يورۇقلۇقنىڭ تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىشىدىن پايدىلىنىپ بىرخىل ئۆلچەش ئۇسۇلىنى ئويلاپ تاپالامسىز؟

(4) يورۇقلۇق يىلى ئاسترونومىيىدە قوللىنىلىدىغان ئۇزۇنلۇق بىرلىكى بولۇپ، 1 يورۇقلۇق يىلى يورۇقلۇقنىڭ 1 يىل ئىچىدە بېسىپ ئۆتكەن ئارىلىقىدىن ئىبارەت بولىدۇ. سىرىئۇس يۇلتۇزىنىڭ يەر شارىدىن يىراقلىقى 8.7 يورۇقلۇق يىلى بولسا، بۇ قانچە كىلومېتىر بولىدۇ؟



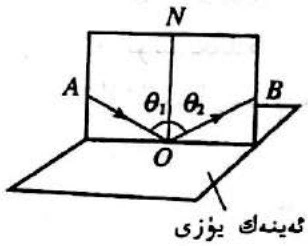
4.19 – رەسىم

§ 2 . يورۇقلۇقنىڭ سۇنۇشى



5.19 — رەسىم . سۇ يۈزىگە چۈشكەن قۇياش يورۇقلۇقىنىڭ بىر قىسمى سۇغا كىرىدۇ ، يەنە بىر قىسمى قايتۇرۇلۇپ ، ھاۋاغا قايتىپ چىقىدۇ .

قۇياش يورۇقلۇقى سۇدىكى بېلىق ۋە سۇ ئۆسۈملۈكلىرىنى يورۇتالايدۇ ، شۇنىڭ بىلەن بىرۋاقىتتا ، بىز سۇ يۈزى ئارقىلىق ئوتتەك قۇياشنىڭ دۈم كۆمتۈرۈلگەن سايىسىنى كۆرەلەيمىز . بۇ ، يورۇقلۇق ھاۋادىن سۇ يۈزىگە چۈشكەندە ، بىر قىسىم يورۇقلۇق سۇغا كىرىدىغانلىقى ، يەنە بىر قىسىم يورۇقلۇق ھاۋاغا قايتىپ چىقىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرۈپ بېرىدۇ . ئومۇمەن ئېيتقاندا ، يورۇقلۇق بىرخىل مۇھىتتىن بۇ مۇھىت بىلەن ئىككىنچى بىرخىل مۇھىتنىڭ چېگرا يۈزىگە چۈشكەندە ، بىرقىسىم يورۇقلۇقنىڭ بۇخىل مۇھىتقا قايتىپ كېلىش ھادىسىسى **يورۇقلۇقنىڭ قايتىشى** دەپ ئاتىلىدۇ ؛ چېگرا يۈزىگە يانتۇ چۈشكەن يورۇقلۇقنىڭ ئىككىنچى بىرخىل مۇھىتقا كىرىش ھادىسىسى **يورۇقلۇقنىڭ سۇنۇشى** دەپ ئاتىلىدۇ



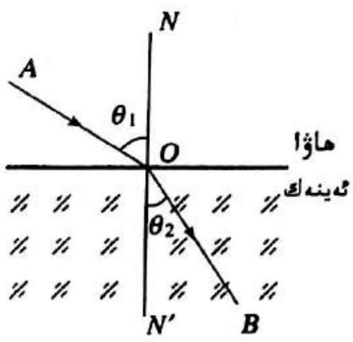
6.19 — رەسىم . يورۇقلۇقنىڭ قايتىشى

تەجرىبىلەر يورۇقلۇقنىڭ قايتىشى تۆۋەندىكى قانۇنىيەتلەرگە بويسۇنىدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بەردى (6.19 — رەسىم): قايتقان نۇر چۈشكەن نۇر ۋە نورمال سىزىق بىلەن ئوخشاش بىر تەكشىلىكتە ياتىدۇ، قايتقان نۇر بىلەن چۈشكەن نۇر ئايرىم — ئايرىم نورمال سىزىقنىڭ ئىككى تەرىپىگە جايلىشىدۇ، قايتىش بۇلۇڭى چۈشۈش بۇلۇڭىغا تەڭ بولىدۇ.

مانا بۇ بىز تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ئۆگىنىپ ئۆتكەن **قايتىش قانۇنى** .

يورۇقلۇقنىڭ قايتىش قانۇنىغا ئاساسەن، ئەگەر نۇرنى ئەسلىدىكى قايتقان نۇرغا قارشى يۆنىلىشتە چېگرا يۈزگە چۈشۈرسەك، بۇ چاغدىكى قايتقان نۇر ئەسلىدىكى چۈشكەن نۇرغا قارشى يۆنىلىشتە قايتىپ چىقىدۇ. دېمەك، قايتىش ھادىسىسىدە يورۇقلۇق يولى (ئوپتىك يولى) قايتما بولىدۇ.

يورۇقلۇقنىڭ سۇنۇش قانۇنى 7.19 — رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك ، بىر تار يورۇقلۇق دەستىسىنى ھاۋادىن ئەينەك يۈزىگە يانتۇ چۈشۈرۈپ ، چۈشكەن نۇرنىڭ سۇنۇش ئەھۋالىنى كۆزىتىمىز . 7.19 — رەسىمدە ، چۈشكەن نۇر بىلەن نورمال سىزىق ئارىسىدىكى ئارا بۇلۇڭ θ_1 **چۈشۈش بۇلۇڭى** دەپ ئاتىلىدۇ ، سۇنغان نۇر بىلەن نورمال سىزىق ئارىسىدىكى ئارا بۇلۇڭ θ_2 **سۇنۇش بۇلۇڭى** دەپ ئاتىلىدۇ . تەجرىبىلەر سۇنۇش بۇلۇڭىنىڭ چۈشۈش بۇلۇڭىغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بەردى . ئەمما چۈشۈش بۇلۇڭى بىلەن سۇنۇش بۇلۇڭىنىڭ زادى قانداق مىقدارلىق مۇناسىۋىتى بار ؟



7.19 — رەسىم

ئىنسانلارنىڭ چۈشۈش بۇلۇڭى بىلەن سۇنۇش بۇلۇڭىنىڭ سانلىق مەلۇماتلىرىنى توپلىشىدىن تارتىپ ئىككىسىنىڭ مىقدارلىق مۇناسىۋىتىنى تېپىپ چىقىشىغىچە 1000 يىلدىن ئارتۇق ۋاقىت كەتتى . تاكى 1621 — يىلىغا كەلگەندە ، گوللاندىيە ماتېماتىكا ئالىمى سېنىل چۈشۈش بۇلۇڭى بىلەن سۇنۇش بۇلۇڭى ئارىسىدىكى قانۇنىيەتنى ئاخىر تېپىپ چىققان : چۈشۈش بۇلۇڭىنىڭ سىنۇسى

سۇنۇش بۇلۇڭىنىڭ سىنۇسى بىلەن ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ . تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ئۆگىنىپ ئۆتكەن سۇنغان نۇر ، چۈشكەن نۇر ۋە نورمال سىزىقلارنىڭ ئورنىنىڭ مۇناسىۋىتىگە بىرلەشتۈرۈپ ، يورۇقلۇقنىڭ سۇنۇش **قانۇنىنى** تۆۋەندىكىدەك بايان قىلىشقا بولىدۇ :

سۇنغان نۇر چۈشكەن نۇر ۋە نورمال سىزىق بىلەن ئوخشاش بىر تەكشىلىكتە ياتىدۇ ، سۇنغان نۇر بىلەن چۈشكەن نۇر ئايرىم - ئايرىم ھالدا نورمال سىزىقنىڭ ئىككى تەرىپىگە جايلىشىدۇ ؛ چۈشۈش بۇلۇڭىنىڭ سىنۇسى سۇنۇش بۇلۇڭىنىڭ سىنۇسى بىلەن ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ . n ئارقىلىق مۇشۇ تاناسىپ تۇراقلىق سانىنى ئىپادىلىسەك ، ئۇ ھالدا مۇنداق بولىدۇ :

$$\boxed{\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=n} \qquad (1)$$

ئەگەر نۇرنى ئەسلىدىكى سۇنغان نۇرغا قارشى يۆنىلىشتە چېگرا يۈزگە چۈشۈرسەك ، نۇر ئەسلىدىكى چۈشكەن نۇرغا قارشى يۆنىلىشتە سۇنىدۇ . 7.19 - رەسىمدە ، نۇرنى ئەينەكتە BO نى بويلىتىپ چېگرا يۈزگە چۈشۈرسەك ، نۇر OA نى بويلاپ ھاۋادا سۇنىدۇ . مانا بۇ ، سۇنۇش ھادىسىسىدىكى يورۇقلۇق يولىنىڭمۇ قايتما بولىدىغانلىقىنى بىلدۈرىدۇ .

مىلادىيە 140 - يىلى گرېتسىيە ئاسترونومىيە ئالىمى تولمى چۈشۈش بۇلۇڭى θ_1 بىلەن سۇنۇش بۇلۇڭى θ_2 ئارىسىدا ئاددىي ئوڭ تاناسىپلىق مۇناسىۋەت بار، دەپ قارىغان ھەم تەجرىبە ئۇسۇلى ئارقىلىق يورۇقلۇق ھاۋادىن سۇغا چۈشكەندە $\theta_2=0.7\theta_1$ بولىدىغانلىقى، ھاۋادىن ئەينەككە چۈشكەندە $\theta_2=0.67\theta_1$ بولىدىغانلىقى، سۇدىن ئەينەككە چۈشكەندە $\theta_2=0.88\theta_1$ بولىدىغانلىقىنى تېپىپ چىققان. ئەمما بۇنىڭدىن ھېسابلاپ چىقىرىلغان سۇنۇش بۇلۇڭلىرى پەقەت كىچىكرەك چۈشۈش بۇلۇڭلىرىغا نىسبەتەن ئېيتقاندىلا ئاندىن ئاساسەن تەجرىبە نەتىجىسىگە ئۇيغۇن كېلىدۇ، چۈشۈش بۇلۇڭى چوڭايغاندا، تەجرىبە نەتىجىسىگە ئۇيغۇن كەلمەيدۇ. تۆۋەندىكى جەدۋەلدە يورۇقلۇقنىڭ ھاۋادىن ئەينەككە چۈشكەندىكى چۈشۈش بۇلۇڭى بىلەن سۇنۇش بۇلۇڭىنىڭ بىر گۇرۇپپا سانلىق قىممىتى بېرىلدى. بۇ سانلىق مەلۇماتلاردىن شۇنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى، چۈشۈش بۇلۇڭى بىلەن سۇنۇش بۇلۇڭىنىڭ ئارىسىدا ئاددىي ئوڭ تاناسىپلىق مۇناسىۋەت مەۋجۇت ئەمەس.

چۈشۈش بۇلۇڭى θ_1	سۇنۇش بۇلۇڭى θ_2	θ_1/θ_2	$\sin\theta_1/\sin\theta_2$
10°	6.7°	1.50	1.49
20°	13.3°	1.50	1.49
30°	19.6°	1.53	1.49
40°	25.2°	1.59	1.51
50°	30.7°	1.63	1.50
60°	35.1°	1.71	1.51
70°	38.6°	1.81	1.50
80°	40.6°	1.97	1.51

سۇنۇش بۇلۇڭى بىلەن چۈشۈش بۇلۇڭىنىڭ مىقدارلىق مۇناسىۋىتىنى تەتقىق قىلىش ئۈچۈن ، ئالىملار كۆپ تەرەپلىمىلىك سىناشلارنى ئېلىپ بېرىپ ، تاكى 1621 - يىلىغا كەلگەندە سىنېل بۇ مۇناسىۋەتنى ئاخىر تېپىپ چىققان .

ئۇيغۇر كىتاب تورى www.uyghurkitap

سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى يورۇقلۇق بىرخىل مۇھىتتىن ئىككىنچى بىرخىل مۇھىتقا چۈشكەندە ، گەرچە چۈشۈش بۇلۇڭىنىڭ سىنۇسىنىڭ سۇنۇش بۇلۇڭىنىڭ سىنۇسىغا بولغان نىسبىتى بىر تۇراقلىق سان n دىن ئىبارەت بولسىمۇ ، لېكىن ئوخشاش بولمىغان مۇھىتلارغا نىسبەتەن بۇ تۇراقلىق سان n ئوخشاش بولمايدۇ . مەسىلەن ، يورۇقلۇق ھاۋادىن سۇغا چۈشكەندە ، بۇ تۇراقلىق سان تەخمىنەن 1.33 بولىدۇ ؛ يورۇقلۇق ھاۋادىن ئەينەككە چۈشكەندە ، بۇ تۇراقلىق سان تەخمىنەن 1.50 بولىدۇ . دېمەك ، بۇ تۇراقلىق سان n مۇھىت بىلەن مۇناسىۋەتلىك بولۇپ ، ئۇ مۇھىتنىڭ ئوپتىكىلىق خۇسۇسىيىتىنى ئەكس ئەتتۈرۈپ بېرىدىغان بىر فىزىكىلىق مىقداردىن ئىبارەت . تۇراقلىق سان n قانچە چوڭ بولسا ، نۇرنىڭ سۇنۇپ ئېغىشى شۇنچە چوڭ بولىدۇ . فىزىكىدا ، يورۇقلۇق ۋاكۇئۇمدىن مەلۇم خىل مۇھىتقا چۈشۈپ سۇنغاندا ، چۈشۈش بۇلۇڭى θ_1 نىڭ سىنۇسىنىڭ سۇنۇش بۇلۇڭى θ_2 نىڭ سىنۇسىغا بولغان نىسبىتى n مۇشۇ خىل مۇھىتنىڭ سۇندۇرۇش (سۇنۇش) كۆرسەتكۈچى دەپ ئاتىلىدۇ .

تەتقىقاتلار يورۇقلۇقنىڭ ئوخشاش بولمىغان مۇھىتلاردىكى تېزلىكىنىڭ ئوخشاش بولمايدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بەردى . بۇ دەل يورۇقلۇقنىڭ سۇنۇشىنىڭ سەۋەبى . مەلۇم خىل مۇھىتنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى يورۇقلۇقنىڭ ۋاكۇئۇمدىكى تارقىلىش تېزلىكى c نىڭ يورۇقلۇقنىڭ مۇشۇ خىل مۇھىتتىكى تارقىلىش تېزلىكى v غا بولغان نىسبىتىگە تەڭ بولىدۇ . يەنى

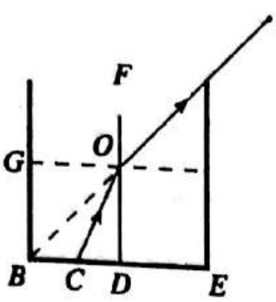
$$\boxed{n=\frac{c}{v}} \tag{2}$$

يورۇقلۇقنىڭ ۋاكۇئۇمدىكى تارقىلىش تېزلىكى c يورۇقلۇقنىڭ ھەرقانداق مۇھىتتىكى تارقىلىش تېزلىكى v دىن چوڭ بولىدىغانلىقتىن ، ھەرقانداق مۇھىتنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى n ھامان 1 دىن چوڭ بولىدۇ . يورۇقلۇق ۋاكۇئۇمدىن ھەرقانداق مۇھىتقا چۈشكەندە ، $\sin\theta_1$ ھامان $\sin\theta_2$ دىن چوڭ بولىدۇ ، يەنى چۈشۈش بۇلۇڭى سۇنۇش بۇلۇڭىدىن چوڭ بولىدۇ .

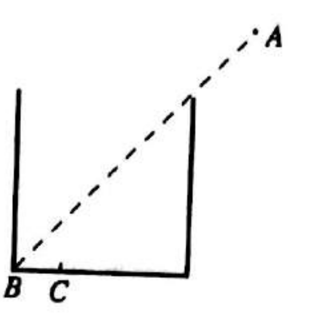
يورۇقلۇقنىڭ ۋاكۇئۇمدىكى تېزلىكى بىلەن ھاۋادىكى تېزلىكىنىڭ پەرقى ناھايىتى كىچىك بولىدىغانلىقتىن ، ئادەتتىكى ئەھۋاللاردا ، يورۇقلۇقنىڭ ھاۋادىن مەلۇم خىل مۇھىتقا چۈشكەن چاغدىكى چۈشۈش بۇلۇڭى سىنۇسىنىڭ سۇنۇش بۇلۇڭىنىڭ سىنۇسىغا بولغان نىسبىتىنى شۇ خىل مۇھىتنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى دەپ قاراشقا بولىدۇ . تۆۋەندىكى جەدۋەلدە بىرنەچچە خىل مۇھىتنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى بېرىلدى .

بىرقانچە خىل مۇھىتنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى			
ئالماس	2.42	تاشتۇز	1.55
كاربون(Ⅳ) سۇلفىد	1.63	ئىسپىرت	1.36
ئەينەك	1.9～1.5	سۇ	1.33
خرۇستال	1.55	ھاۋا	1.00028

【مىسال】 8.19 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، بىر ماي تۇڭىنىڭ تېگى يۈزىنىڭ دىئامېترى بىلەن تۇڭ ئېگىزلىكى ئوخشاشلا d. تۇڭدا ماي بولمىغان چاغدا، مەلۇم بىر نۇقتا A دىن دەل تۇڭ تېگىنىڭ گىرۋىكىدىكى مەلۇم بىر نۇقتا B نى كۆرۈشكە بولىدۇ. تۇڭدىكى مايىنىڭ چوڭقۇرلۇقى تۇڭ ئېگىزلىكىنىڭ يېرىمىغا تەڭ بولغاندا، A نۇقتىدىن AB يۆنىلىش بويىچە قارىغاندا، تۇڭنىڭ تېگىدىكى C نۇقتىنى كۆرۈشكە بولىدۇ، C، B ئىككى نۇقتىنىڭ ئارىلىقى $d/4$. مايىنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى بىلەن يورۇقلۇقنىڭ مايدىكى تارقىلىش تېزلىكىنى تاپايلى.



9.19 ـ رەسىم



8.19 ـ رەسىم

تەھلىل: 9.19 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، تۈز سىزىق AB بىلەن ماي يۈزىنىڭ كېسىشىش نۇقتىسى O دىن ئۆتكۈزۈپ ماي يۈزىنىڭ تىك سىزىقىنى چۈشۈرسەك، تۈڭنىڭ تېگى بىلەن D نۇقتىدا كېسىشىدۇ. بۇ مىسال شۇنى ئېيتىپ بېرىدۇكى، نۇر CO ماي يۈزىگە يولۇققاندىن كېيىن OA نى بويلاپ سۇنۇپ ھاۋاغا چىقىدۇ، سۇنۇش ھادىسىسىدە يورۇقلۇق يولى قايتما بولىدۇ، ئەگەر نۇر AO يۆنىلىشنى بويلاپ ھاۋادىن ماي يۈزىگە چۈشسە، نۇر OC يۆنىلىشنى بويلاپ سۇنۇپ مايغا كىرىدۇ. $\angle AOF$ نى چۈشۈش بۇلۇڭى θ_1، $\angle COD$ نى سۇنۇش بۇلۇڭى θ_2 قىلىپ ئالغاندا، سۇنۇش قانۇنى $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=n$ غا ئاساسەن مايىنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى n نى تېپىشقا بولىدۇ.

يېشىش: 9.19 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، تۈڭ تېگى يۈزىنىڭ دىئامېتىرى بىلەن تۈڭ ئېگىزلىكى تەڭ بولغانلىقتىن، بۇنىڭدىن $\angle AOF=\angle ABG=45°$ ئىكەنلىكىنى بىلىشكە بولىدۇ؛ $OD=2CD$ دىن $\angle COD$ نىڭ سىنۇسىنىڭ تۆۋەندىكىدەك بولىدىغانلىقىنى بىلىشكە بولىدۇ:

$$\sin\angle COD=\frac{CD}{\sqrt{CD^2+OD^2}}=\frac{1}{\sqrt{5}}$$

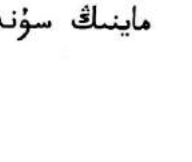
مايىنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى

$$n=\frac{\sin\angle AOF}{\sin\angle COD}=\frac{1/\sqrt{2}}{1/\sqrt{5}}=\frac{\sqrt{10}}{2}$$

يورۇقلۇقنىڭ مايدىكى تارقىلىش تېزلىكى

$$v=\frac{c}{n}=\frac{3.0\times10^8}{\sqrt{10}/2}\text{m/s}=1.9\times10^8\text{m/s}.$$

مۇتلەق سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى ۋە نىسپىي سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى



يورۇقلۇقنىڭ سۇنۇش ھادىسىسىدە، يورۇقلۇق ئىككى خىل مۇھىتتىن ئۆتىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى بۇ ئىككى خىل مۇھىت بىلەن مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. يورۇقلۇق مۇھىت 1 دىن مۇھىت 2 گە چۈشكەن دەپ پەرەز قىلىنسا، بۇ چاغدىكى سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنى توغرا قىلىپ ئېيتقاندا مۇھىت 2 نىڭ مۇھىت 1 گە بولغان نىسپىي سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى دەپ ئاتاش كېرەك، ئادەتتە بۇ n_{21} ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ. مەسىلەن، ئەينەكنىڭ ھاۋاغا نىسبەتەن نىسپىي سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى 1.50 ، سۇنىڭ ھاۋاغا نىسبەتەن نىسپىي سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى 1.33 بولىدۇ. شۇڭا ئىپادە (1) نى توغرا قىلىپ مۇنداق يېزىش كېرەك:

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=n_{21} \qquad (3)$$

يورۇقلۇق ۋاكۇئۇمدىن مەلۇم خىل مۇھىتقا چۈشكەندىكى سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى بۇ خىل مۇھىتنىڭ **مۇتلەق سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى** دەپ ئاتىلىدۇ، قىسقىچە مەلۇم خىل مۇھىتنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى دەپ ئاتىلىپ، ئادەتتە

n ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ. يۇقىرىدىكى تېكىستتە سۆزلەنگەن مەلۇم خىل مۇھىتنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى بۇ مۇھىتنىڭ مۇتلەق سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنى كۆرسىتىدۇ.

مۇھىتنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى يورۇقلۇقنىڭ شۇ مۇھىتتىكى تارقىلىش تېزلىكى بىلەن مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. يورۇقلۇقنىڭ مۇھىت 1 دىكى تارقىلىش تېزلىكىنى v_1، مۇھىت 2 دىكى تارقىلىش تېزلىكىنى v_2، مۇھىت 2 نىڭ مۇھىت 1 گە نىسبەتەن نىسپىي سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنى n_{21}، مۇھىت 1 نىڭ مۇھىت 2 گە نىسبەتەن نىسپىي سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنى n_{12} دەپ ئالغاندا مۇنداق بولىدۇ:

$$n_{21}=\frac{v_1}{v_2},$$

$$n_{12}=\frac{v_2}{v_1}; \tag{4}$$

يۇقىرىقى ئىپادىدىن كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى:

$$n_{21}=\frac{1}{n_{12}}. \tag{5}$$

ھاۋادىكى يورۇقلۇق تېزلىكىنى ۋاكۇئۇمدىكى يورۇقلۇق تېزلىككە تەڭ دەپ قاراشقا بولىدۇ. شۇڭا ھاۋانىڭ مۇتلەق سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنى 1 دەپ قاراشقا بولىدۇ، مەلۇم خىل مۇھىتنىڭ ھاۋاغا نىسبەتەن نىسپىي سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنى مۇشۇ خىل مۇھىتنىڭ مۇتلەق سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىگە تەڭ دەپ قاراشقا بولىدۇ.

سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى بىلەن يورۇقلۇق تېزلىكىنىڭ يۇقىرىدا ئېيتىلغاندەك مۇناسىۋىتىگە ئاساسەن، مۇتلەق سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى بىلەن نىسپىي سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنىڭ مۇناسىۋىتىنى تېپىشقا بولىدۇ:

$$n_{21}=\frac{v_1}{v_2}=\frac{c/v_2}{c/v_1}=\frac{n_2}{n_1} \tag{6}$$

بۇنىڭدىكى n_1 بىلەن n_2 مۇھىت 1 بىلەن مۇھىت 2 نىڭ مۇتلەق سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى.

مۇتلەق سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى بىلەن نىسپىي سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنىڭ مۇناسىۋىتىنى بىلىۋالغاندىن كېيىن، ئىپادە (4) نى تۆۋەندىكىدەك يېزىشقا بولىدۇ:

$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=n_{21}=\frac{n_2}{n_1}$$

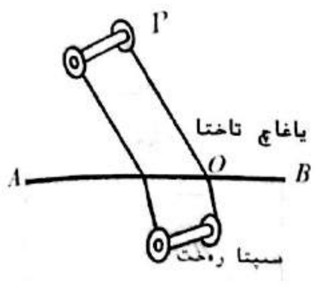
بۇنىڭدىن تۆۋەندىكىگە ئېرىشكىلى بولىدۇ:

$$n_1\sin\theta_1=n_2\sin\theta_2. \tag{7}$$

ئىپادە (7) گە ئاساسەن بىلىشكە بولىدۇكى، ئەگەر نۇرنى ئەسلىدىكى سۇنغان نۇرغا قارشى يۆنىلىشتە مۇھىت 2 دىن چېگرا يۈزگە چۈشۈرگەندە، يەنى چۈشۈش بۇلۇڭى θ_2 بولسا، مۇھىت 1 دىكى نۇر ئەسلىدىكى چۈشكەن نۇرغا قارشى يۆنىلىشتە سۇنىدۇ، يەنى سۇنۇش بۇلۇڭى θ_1 غا تەڭ بولىدۇ. دېمەك، سۇنۇش ھادىسىسىدىمۇ يورۇقلۇق يولى قايتما بولىدۇ.

بۇنىڭدىن سىز نۇر مەلۇم خىل مۇھىتتىن ۋاكۇئۇمغا (ياكى ھاۋاغا) چۈشكەندە، سۇنۇش بۇلۇڭى بىلەن چۈشۈش بۇلۇڭىنىڭ قايسىسىنىڭ چوڭ بولىدىغانلىقىغا ھۆكۈم قىلالامسىز؟

10.19 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، سىلىق ياغاچ تاختىنىڭ يېرىمىغا بىر پارچە سىپتا توقۇلغان رەختنى يېيىپ سېلىپ، ئاندىن ئىشلىتىلىپ بولغان بىر يىپ غالتىكىنى (مەسىلەن، كىيىم تىكىش ماشىنىسىدىكى يىپ غالتىكىنى) AB بىلەن بىر بۇلۇڭ ھاسىل قىلىدىغان PO يۆنىلىشنى بويلىتىپ دوملاتقاندا، يىپ غالتىكىنىڭ رەخت ئۈستىدىكى دوملاش يۆنىلىشىدە ئۆزگىرىش بولغانلىقىنى كۆرۈشكە بولىدۇ. بۇ، يىپ



10.19 ـ رەسىم

غالتىكىنىڭ ياغاچ تاختىدىكى ۋە سپىتا توقۇلغان رەختتىكى تېزلىكلىرىنىڭ ئوخشاش بولماسلىقىدىن كېلىپ چىقىدۇ. بۇ تەجرىبىنى ئىشلەپ كۆرۈڭ ھەمدە بۇنى يورۇقلۇقنىڭ سۇنۇش ھادىسىسىگە سېلىشتۇرۇپ، بۇلارنىڭ قانداق ئوخشاش جايلىرىنىڭ بارلىقىغا قاراپ بېقىڭ.

2 ـ مەشىق

(1) دولقۇن بىلەن يالقۇن كۆرۈش ئەينىكىگە قاراپ تۇرغاندا، دولقۇن ئەينەكتىن يالقۇننىڭ كۆزىنى كۆرەلەيدۇ، يالقۇن ئەينەكتىن دولقۇننىڭ كۆزىنى كۆرەلەمدۇ ـ يوق؟ سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ.

(2) سۇنۇش ھادىسىسى ھەققىدە تۆۋەندىكى ئېيتىشلاردىن توغرىسى:

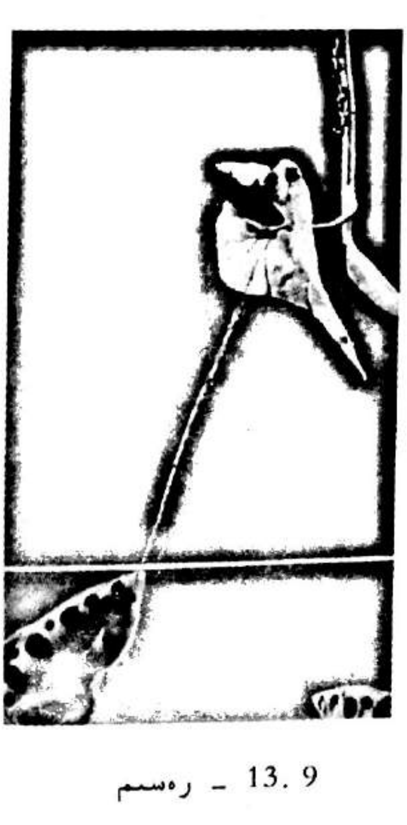
A. سۇنۇش بۇلۇڭى چوقۇم چۈشۈش بۇلۇڭىدىن كىچىك بولىدۇ.

B. يورۇقلۇق ۋاكۇئۇمدىن ئوخشاش بولمىغان مۇھىتلارغا چۈشكەندە، چۈشۈش بۇلۇڭى مۇقىم بولغاندا، سۇنۇش بۇلۇڭى چوڭ بولسا، بۇ، شۇ مۇھىتنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنىڭ كىچىك ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ.

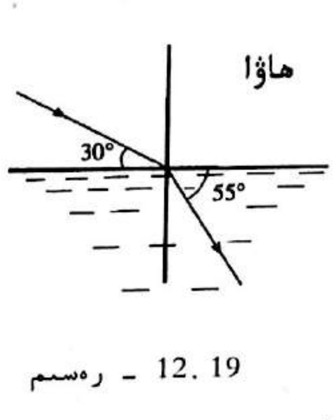
C. مۇھىتنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى چوڭ بولسا، يورۇقلۇقنىڭ ئۇنىڭدىكى تارقىلىش تېزلىكى كىچىك بولىدۇ.

D. سۇنۇش بۇلۇڭى بىلەن چۈشۈش بۇلۇڭىنىڭ مۇناسىۋىتى: چۈشۈش بۇلۇڭى قانچە ھەسسە چوڭايسا، سۇنۇش بۇلۇڭىمۇ ئوخشاشلا شۇنچە ھەسسە چوڭىيىدۇ.

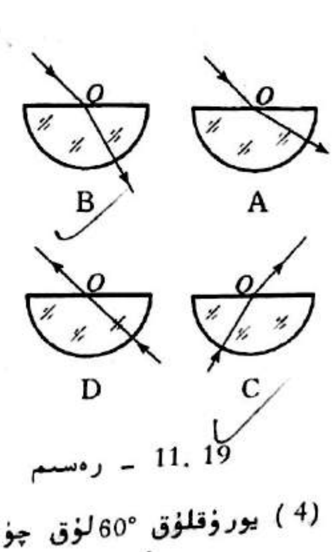
(3) 11.19 ـ رەسىم يورۇقلۇقنىڭ ھاۋادىن يېرىم چەمبەر شەكىللىك ئەينەك خىشقا چۈشۈپ، يەنە ئەينەك خىشتىن ھاۋاغا چۈشكەن يورۇقلۇق يولى سخېمىسى بولۇپ، O نۇقتا يېرىم چەمبەر شەكىللىك خىشنىڭ چەمبەر مەركىزى. قايسى خىل ئەھۋاللارنىڭ يۈز بېرىشىنىڭ مۇمكىنلىكىنى، قايسى خىل ئەھۋاللارنىڭ يۈز بېرىشىنىڭ مۇمكىن ئەمەسلىكىنى كۆرسىتىپ بېرىڭ.



13.9 ـ رەسىم



12.19 ـ رەسىم



11.19 ـ رەسىم

(4) يورۇقلۇق 60° لۇق چۈشۈش بۇلۇڭى بويىچە ھاۋادىن سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى $n=\sqrt{3}$ بولغان ئەينەكك

$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=n$ $\frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\sin\theta_2}=\sqrt{3}$ $\frac{\sqrt{3}}{2}=\sqrt{3}\sin\theta_2$ $\frac{3}{2}=3\sin\theta_2$ $\sin\theta_2=\frac{1}{2}$ $\theta_2=30°$

چۈشسە ، سۇنۇش بۇلۇڭى قانچىلىك بولىدۇ؟ يورۇقلۇق يولى سخېمىسىنى سىزىپ چىقىڭ .

(5) يورۇقلۇق هاۋادىن سۇغا چۈشكەندە ، سۇنۇش بۇلۇڭىنى 30° قا تەڭ قىلىش ئۈچۈن ، چۈشۈش بۇلۇڭى قانچىلىك چوڭلۇقتا بولۇشى كېرەك؟

(6) سۇ بىلەن ئالماسنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىگە ئاساسەن ، ئايرىم - ئايرىم هالدا يورۇقلۇقنىڭ بۇلاردىكى تارقىلىش تېزلىكىنى هېسابلاپ چىقىڭ . سۇدىكى يورۇقلۇق تېزلىكى تەخمىنەن ۋاكۇئۇمدىكى يورۇقلۇق تېزلىكىنىڭ نەچچىدىن نەچچىسى بولىدۇ؟

(7) 12.19 - رەسىم يورۇقلۇقنىڭ هاۋادىن مەلۇم خىل مۇهىتقا چۈشكەندىكى سۇنۇش ئەهۋالىدىن ئىبارەت . رەسىمدە بېرىلگەن سانلىق مەلۇماتلاردىن بۇ خىل مۇهىتنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنى ۋە يورۇقلۇقنىڭ بۇ خىل مۇهىتتىكى تارقىلىش تېزلىكىنى تېپىپ چىقىڭ .

(8) 13.19 - رەسىم ئوكسونىس بېلىقى (سۇ ئاتقۇچى بېلىق)نىڭ سۇدا سۇ يۈزىدىن بەلگىلىك بىر ئارىلىق (تەخمىنەن 1m)دىكى هاشاراتقا سۇنى ئوقرا ئېتىپ تەگكۈزۈشىنىڭ فوتو سۈرىتى بولۇپ ، سىز يورۇقلۇقنىڭ سۇنۇشى هەققىدىكى بىلىملەردىن پايدىلىنىپ ، سۇدىكى بېلىقنىڭ هاشاراتنى كۆرگەن ئورنىنىڭ هاشاراتنىڭ ئەمەلىي ئورنىنىڭ يۇقىرىسىدا ياكى تۆۋىنىدە ئىكەنلىكىنى تەهلىل قىلىپ كۆرۈڭ .

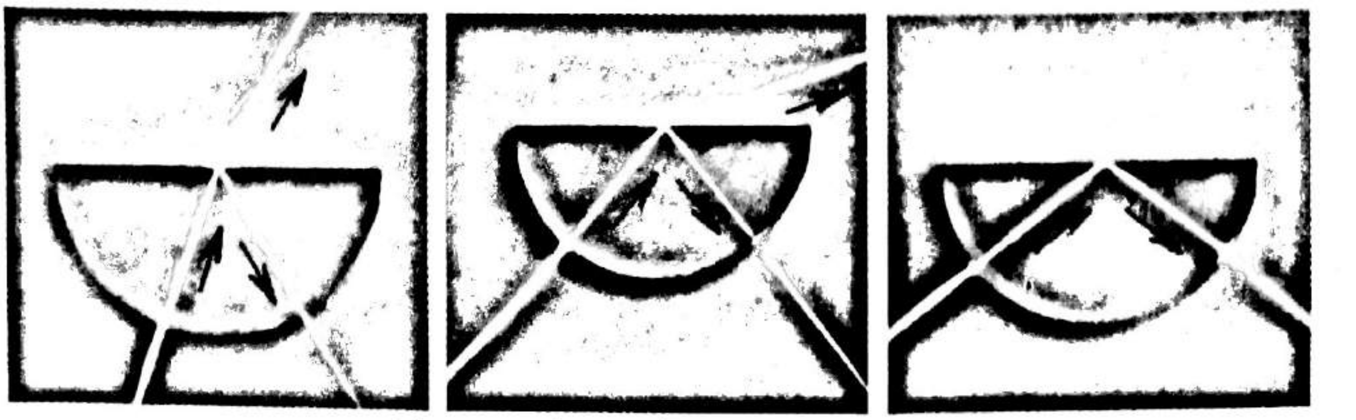
§ 3 . تولۇق قايتىش

تولۇق قايتىش ئوخشاش بولمىغان مۇهىتلارنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى ئوخشاش بولمايدۇ ، بىز سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى كىچىكرەك بولغان مۇهىتنى ئوپتىك شالاڭ مۇهىت ، سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى چوڭراق بولغان مۇهىتنى ئوپتىك زىچ مۇهىت دەپ ئاتايمىز . ئوپتىك شالاڭ مۇهىت بىلەن ئوپتىك زىچ مۇهىت نىسپىي بولىدۇ . مەسىلەن ، سۇ ، خرۇستال ۋە ئالماستىن ئىبارەت ئۈچ خىل ماددىنى ئۆز ئارا سېلىشتۇرساق ، خرۇستال سۇغا نىسبەتەن ئوپتىك زىچ مۇهىت ، ئالماسقا نىسبەتەن ئوپتىك شالاڭ مۇهىت بولىدۇ . سۇنۇش قانۇنىغا ئاساسەن شۇنى بىلىشكە بولىدۇكى ، يورۇقلۇق ئوپتىك شالاڭ مۇهىتتىن ئوپتىك زىچ مۇهىتقا چۈشكەندە (مەسىلەن ، هاۋادىن سۇغا چۈشكەندە) ، سۇنۇش بۇلۇڭى چۈشۈش بۇلۇڭىدىن كىچىك بولىدۇ . يورۇقلۇق ئوپتىك زىچ مۇهىتتىن ئوپتىك شالاڭ مۇهىتقا چۈشكەندە (مەسىلەن ، سۇدىن هاۋاغا چۈشكەندە) ، سۇنۇش بۇلۇڭى چۈشۈش بۇلۇڭىدىن چوڭ بولىدۇ .

يورۇقلۇق ئوپتىك زىچ مۇهىتتىن ئوپتىك شالاڭ مۇهىتقا چۈشكەندە ، سۇنۇش بۇلۇڭى چۈشۈش بۇلۇڭىدىن چوڭ بولىدىكەن ، بۇ هالدا بۇنىڭدىن شۇنى مۆلچەرلەشكە بولىدۇكى ، چۈشۈش بۇلۇڭى چوڭىيىپ مۇئەييەن دەرىجىگە يەتكەندە ، سۇنۇش بۇلۇڭى چوڭىيىپ 90° قا يېتىدۇ . ئەگەر چۈشۈش بۇلۇڭى يەنىمۇ چوڭايسا قانداق ئەهۋال يۈز بېرىدۇ؟

تەجرىبە

14.19 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك ، يورۇقلۇقنى يېرىم چەمبەر شەكىللىك ئەينەك خىشنىڭ رادىئۇسى بويىچە تۈز تەرىپىگە چۈشۈرۈپ ، چۈشۈش بۇلۇڭىنى تەدرىجىي چوڭايتىپ ، تەجرىبە هادىسىلىرىنى كۆزىتىمىز .



14.19 - رەسىم . تولۇق قايتىش هادىسىسىنى كۆزىتىش

تەجرىبىدىن شۇنى كۆرەلەيمىزكى ، يورۇقلۇق يېرىم چەمبەر شەكىللىك ئەينەك خىشنىڭ رادئۇسىنى بويلاپ تۈز تەرىپىگە چۈشكەندە ، بىر قىسىم يورۇقلۇق ئەينەك خىشنىڭ تۈز تەرىپىدىن سۇنۇپ هاۋاغا كىرىدۇ ، بىرقىسىم يورۇقلۇق قايتىپ ئەينەك خىش ئىچىگە كىرىدۇ . چۈشۈش بۇلۇڭىنى تەدرىجىي چوڭايتساق ، سۇنغان يورۇقلۇقنىڭ نورمال سىزىقتىن بارغانسېرى يىراقلىشىپ ، بارغانسېرى ئاجىزلىشىدۇ، قايتقان يورۇقلۇقنىڭ بارغانسېرى كۈچىيىپ بارىدىغانلىقىنى كۆرەلەيمىز . چۈشۈش بۇلۇڭى چوڭىيىپ مەلۇم بىر گرادۇسقا يېتىپ ، سۇنۇش بۇلۇڭى 90° قا يەتكەندە ، سۇنغان يورۇقلۇق پۈتۈنلەي يوقىلىپ ، پەقەت قايتقان يورۇقلۇقلا قالىدۇ . بۇخىل هادىسە **تولۇق قايتىش** دەپ ئاتىلىدۇ .

تولۇق قايتىش هادىسىسىنى تەتقىق قىلىشتا ، دەل تولۇق قايتىش يۈز بەرگەن ، يەنى سۇنۇش بۇلۇڭى 90° قا تەڭ بولغان چاغدىكى چۈشۈش بۇلۇڭى ناهايىتى مۇھىم بىر فىزىكىلىق مىقدار بولۇپ ، **كرىتىك بۇلۇڭ** دەپ ئاتىلىدۇ . نۇرلار ئوپتىك زىچ مۇھىتتىن ئوپتىك شالاڭ مۇھىتقا چۈشكەندە ، ئەگەر چۈشۈش بۇلۇڭى كرىتىك بۇلۇڭغا تەڭ ياكى ئۇنىڭدىن چوڭ بولسا ، تولۇق قايتىش هادىسىسى يۈز بېرىدۇ .

ئوخشاش بولمىغان مۇهىتلارنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى ئوخشاش بولمىغانلىقتىن ، هاۋادىكى تولۇق قايتۇرۇش هاسىل قىلىش كرىتىك بۇلۇڭلىرىمۇ ئوخشاش بولمايدۇ . تۆۋەندە سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى n بولغان مەلۇم خىل مۇھىتنىڭ هاۋا (ياكى ۋاكۇئۇم)دىكى تولۇق قايتۇرۇش هاسىل قىلغاندىكى كرىتىك بۇلۇڭى C نى هېسابلايمىز .

كرىتىك بۇلۇڭ C بولسا سۇنۇش بۇلۇڭى 90° قا تەڭ بولغاندىكى چۈشۈش بۇلۇڭىدىن ئىبارەت بولغانلىقتىن ، سۇنۇش قانۇنى ۋە يورۇقلۇق يولىنىڭ قايتىملىقىغا ئاساسەن تۆۋەندىكىگە ئېرىشكىلى بولىدۇ :

$$n=\frac{\sin90°}{\sin C}=\frac{1}{\sin C}\ ,\qquad \sin C=\frac{1}{n}$$

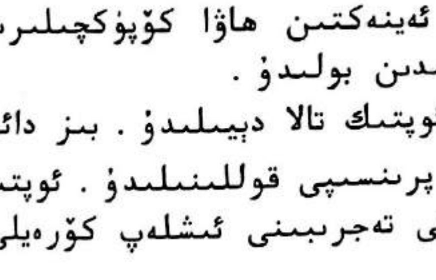
سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى جەدۋىلىدىن ماددىنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنى تېپىۋالساق ، يۇقىرىقى فورمۇلىدىن پايدىلىنىپ يورۇقلۇقنىڭ بۇ خىل مۇھىتتىن هاۋا (ياكى ۋاكۇئۇم)غا چۈشكەندىكى كرىتىك بۇلۇڭىنى هېسابلاپ چىقالايمىز . سۇنىڭ كرىتىك بۇلۇڭى 48.8° ، هەرخىل ئەينەكلەرنىڭ كرىتىك بۇلۇڭلىرى 32°~42° ئالماسنىڭ كرىتىك بۇلۇڭى 24.5° .

تولۇق قايتىش هادىسىسى تەبىئەتتە دائىم ئۇچرايدىغان هادىسىدۇر . مەسىلەن ، سۇ ياكى ئەينەكتىكى هاۋا كۆپۈكچىلىرىنىڭ ئالاهىدە يورۇق كۆرۈنۈشى نۇرلار سۇ ياكى ئەينەكتىن هاۋا كۆپۈكچىلىرىگە چۈشكەندە ، بىرقىسىم نۇرلارنىڭ چېگرا يۈزدىن تولۇق قايتىش سەۋەبىدىن بولىدۇ .

ئوپتىك ئۆتكۈزگۈچ تالا ئوپتىك ئۆتكۈزگۈچ تالا قىسقىچە ئوپتىك تالا دېيىلىدۇ . بىز دائىم ئاڭلاپ تۇرىدىغان «ئوپتىك تالالىق ئالاقىلىشىش» تا تولۇق قايتىشنىڭ پرىنسىپى قوللىنىلىدۇ . ئوپتىك تالانىڭ يورۇقلۇقنى ئۆتكۈزۈش رولىنى چۈشەندۈرۈش ئۈچۈن تۆۋەندىكى تەجرىبىنى ئىشلەپ كۆرەيلى .

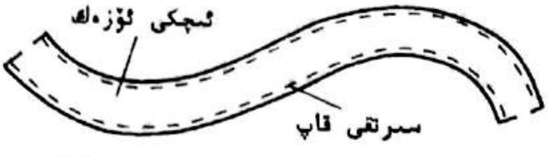
تەجرىبە

15.19 – رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك قىلىپ، يورۇقلۇق ئۆتمەيدىغان خىرە قۇتا ئىچىگە بىر لامپۇچكىنى ئورنىتىپ، ئۇنى يورۇقلۇق مەنبەسى قىلىمىز. بىر تال ئېگىلگەن ئىنچىكە ئەينەك تاياقچە (ياكى ئورگانىك ئەينەك تاياقچە) نىڭ بىر ئۇچىنى قۇتىغا سانجىپ لامپۇچكىغا قارىتىپ، لامپۇچكىنى يورۇتساق، ئەينەك تاياقچىنىڭ تۆۋەنكى ئۇچىدىن يورۇق نۇر چىقىدۇ. بۇنىڭ سەۋەبى شۇكى، ئەينەك تاياقچىنىڭ يۇقىرىقى ئۇچىدىن كىرگەن نۇر تاياقچىنىڭ ئىچكى دىۋارىدا كۆپ قېتىم تولۇق قايتىپ، هەرە چىشى شەكىللىك يولنى بويلاپ تاياقچىنىڭ تۆۋەنكى ئۇچىدىن چىقىدۇ. ئەينەك تاياقچە خۇددى يورۇقلۇق ئۆزىتىدىغان بىر نەيچىگە ئوخشاپ قالىدۇ.



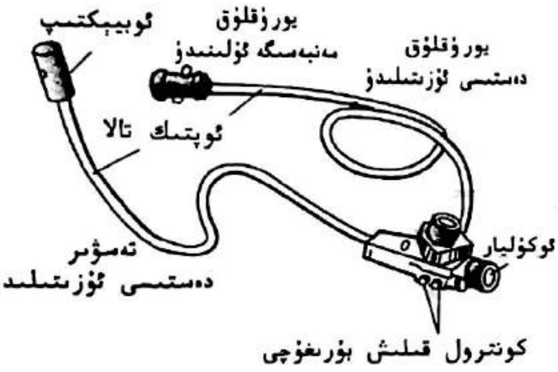
15. 19 – رەسىم . ئەگرى ئەينەك تاياقچە يورۇقلۇقنى ئۆزىتالايدۇ

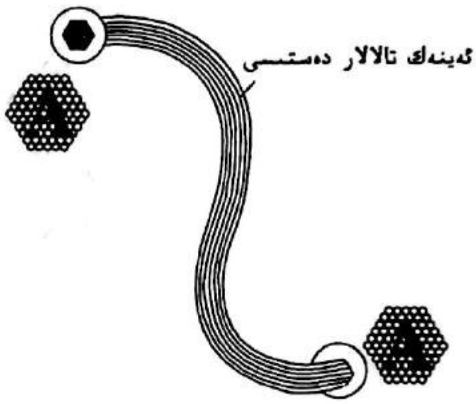
ئەمەلىيەتتە ئىشلىتىلىدىغان ئوپتىك تالا ئىنتايىن ئىنچىكە بولغان ئالاھىدە ياسالغان ئەينەك سىمدىن ئىبارەت بولۇپ ، دىئا- مېتىرى بىرنەچچە مىكرومېتىر (µm) دىن يۈز مىكرومېتىر (µm) غىچە بولىدۇ ، ئۇ ئىچكى ئۆزەك بىلەن سىرتقى قاپتىن ئىبارەت ئىككى قەۋەتتىن تۈزۈلىدۇ . ئىچكى ئۆزەكنىڭ سۇندۇ- رۇش كۆرسەتكۈچى سىرتقى قېپىنىڭكىدىن چوڭ بولىدۇ ، يو- رۇقلۇق تارقالغاندا ئىچكى ئۆزەكى بىلەن سىرتقى قېپىنىڭ چېگرا يۈزىدە تولۇق قايتىش يۈز بېرىدۇ (16.19 ـ رەسىم) .



16.19 ـ رەسىم . ئوپتىك تالا

ئوپتىك تالالارنى توپلاپ تالالار دەستىسى ھاسىل قىلىپ ، ئۇنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى تالالارنىڭ تىزىلىش نىسپىي ئورنىنى ئوخشاش قىلغاندا ، يورۇق ـ خىرە رەڭلەرگە ئىگە تەسۋىرلەرنى بىر ئۇچىدىن يەنە بىر ئۇچىغا ئۆزىتىشقا بولىدۇ (17.19 ـ رەسىم) . مېدىتسىنادا ئوپتىك تالادىن پايدىلىنىپ ئىچىنى كۆرۈش ئەينىكى ياساپ (18.19 ـ رەسىم) ، ئادەمنىڭ ئاشقازان ، ئۈچەي ، كاناي قاتارلىق ئىچكى ئەزالىرىنى تەكشۈرۈشكە ئىشلىتىدۇ . ئەمەلىي بولغان ئىچىنى كۆرۈش ئەينىكىگە ئىككى گورۇپپا ئوپتىك تالا ئورنى- تىلغان بولۇپ ، بىر گورۇپپىسى ئارقىلىق يورۇقلۇق ئادەمنىڭ ئىچكى قىسمىغا ئۆزىتىلىدۇ ، يەنە بىر گورۇپپىسى ئارقىلىق كۆزىتىش ئېلىپ بېرىلىدۇ .





18.19 ـ رەسىم . بەدەن ئىچىنى كۆرۈش ئەينىكى

17.19 ـ رەسىم . تالالار دەستىسىنىڭ تەسۋىر ئۆزىتىشى

بىزگە مەلۇم ، يورۇقلۇقمۇ بىرخىل ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنى بولۇپ ، رادىئو دولقۇنىغا ئوخشاش ، ئۇنىمۇ بىرخىل توشۇغۇچى (يۈدىگۈچى) قىلىش ئارقىلىق ئۇچۇرلارنى يوللاشقا بولىدۇ . ئاۋاز ، تەسۋىر ۋە ھەرخىل رەقەم سىگناللار يۈكلەنگەن لازېر نۇر ئوپتىك تالانىڭ بىر ئۇچىدىن كىرىپ ، ئوپتىك تالانى بويلاپ تارقىلىپ ئۇنىڭ نەچچە يۈز كىلومېتىر يىراقلىقتىكى يەنە بىر ئۇچىدىن چىقىدۇ ـ دە ، ئوپتىك تالالىق ئالاقىلىشىش ئەمەلگە ئاشىدۇ .

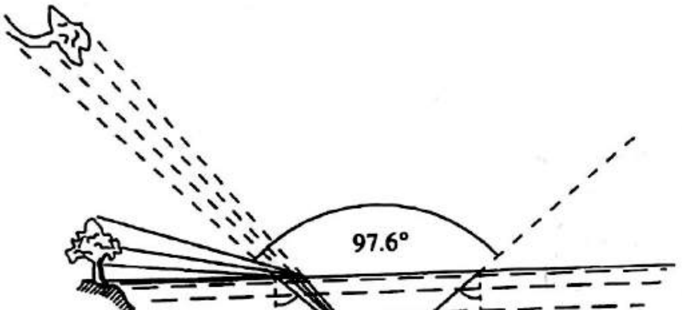
ئوپتىك تالالىق ئالاقىلىشىشنىڭ ئاساسلىق ئارتۇقچىلىقى شۇكى ، ئۇنىڭ سىغىمى چوڭ ، ئاجىزلىشى- شى كىچىك ، كاشىلىغا تاقابىل تۇرۇشچانلىقى كۈچلۈك . مەسىلەن ، بىر جۈپ ئوپتىك تالانىڭ ئۆزىتىش ئىقتىدارىنىڭ نەزەرىيىۋى قىممىتى 2 مىليارد تېلېفون يولى ، 10 مىليون تېلېۋىزىيە يولى بولۇپ ، نۆۋەتتە دۇنيادىكى ئەڭ چوڭ «خەلقئارا ئالاقىلىشىش سۇنئىي ھەمراھى 6 ـ نومۇر» پەقەت 33 مىڭ تېلېفون يولى ، 4 تېلېۋىزىيە يولى ئۆزىتالايدۇ . ھازىر ئەمەلىيەتتە قوللىنىلىۋاتقان 100 مىڭ تېلېفون يولىلىق ئوپتىك تالالىق ئالاقىلىشىشنىڭمۇ سۇنئىي ھەمراھ ئارقىلىق ئالاقىلىشىشقا قارىغاندا سىغىمى چوڭ .

ئوپتىك تالالىق ئالاقىلىشىشنىڭ تەرەققىياتى ئارانلا 20 نەچچە يىللىق تارىخقا ئىگە بولسىمۇ ، ئەمما ئۇنىڭ تەرەققىياتى ھەيران قالارلىق تېز بولماقتا . تەرەققىي تاپقان بەزى دۆلەتلەر دېڭىز ئاستىدىن ئۆتكۈزۈلگەن ئوپتىك كابېللىق ئالاقىلىشىش تورلىرىنى قۇرۇپلا قالماستىن ، يەنە شەھەرلەر ئارىسىدىكى

ئۆتۈشمە ئوپتىك تالالىق ئالاقىلىشىش تورلىرىنى قۇرۇپ چىقتى . ئوپتىك تالانىڭ قوللىنىلىش دائىرىسى ئىنتايىن كەڭ بولۇپ ، ئوپتىك تالالىق تېلېفون كەڭ قوللىنىلىپلا قالماي ، يەنە ئوپتىك تالالىق تېلېۋىزىيە مۇ ناھايىتى تېزلا ئادەتتىكى ئائىلىلەرگە كىرىدۇ . ئۇنىڭدىن باشقا ، ئوپتىك كرىستال لامپا دۇنياغا كەلگەندىن كېيىن ، كۆپ سىغىملىق ، يۇقىرى سۈرئەتلىك ئوپتىك كومپيۇتېرلارنىڭمۇ مۇشۇ ئەسىرنىڭ باشلىرىدىلا كەڭ قوللىنىلىشىدىن ئۈمىد بار بولدى . بۇلارنىڭ ھەممىسى ئوپتىك تالادىن پايدىلىنىشتىن ئايرىلالمايدۇ .

مەملىكىتىمىزنىڭ ئوپتىك تالالىق ئالاقىلىشىش تېخنىكىسىنىڭ باشلىنىش قەدىمى بالدۇرراق بولدى . ھازىر مەملىكىتىمىز ئوپتىك تالالىق ئالاقىلىشىش تېخنىكىسى بىرقەدەر ئىلغار بولغان بىرنەچچە مەملىكەتنىڭ بىرى بولۇپ قالدى . 1972 ـ يىلىدىن باشلاپ ھازىرغا كەلگىچە ئىلگىرى ـ كېيىن بولۇپ نەچچە ئون يۇرۇش ئوپتىك تالالىق ئالاقىلىشىش لىنىيىسى تۇتاشتۇرۇلۇپ ، مەركىزىي شەھەرلەر ئارىسىدا مەملىكەت خاراكتېرلىك ئالاقىلىشىش تورلىرى قۇرۇلدى . بېيجىڭ تېلېۋىزىيە ئىستانسىسى پۈتۈن شەھەر دائىرىسى ئىچىدە سىملىق تېلېۋىزىيە ئوپتىك كابېلى ياتقۇزۇپ بولدى .

【مىسال】 سۇدىكى بېلىقتا سۇ يۈزىدىكى ۋە قىرغاقتىكى بارلىق نەرسىلەر چوققا بۇلۇڭى تەخمىنەن 97.6° بولغان دۈم كۆمتۈرۈلگەن كونۇس ئىچىدە كۆرۈنىدۇ (19.19 ـ رەسىم). نېمە ئۈچۈن؟



19.19 ـ رەسىم

تەھلىل : سۇ يۈزىدىكى ۋە قىرغاقتىكى بارلىق نەرسىلەر چىقارغان نۇرلارنىڭ سۇغا چۈشكەندىكى چۈشۈش بۇلۇڭى 0°تىن 90° قىچە بولىدۇ، سۇغا چۈشكەندىن كېيىنكى سۇنۇش بۇلۇڭى 0° تىن كرىتىك بۇلۇڭغىچە بولىدۇ. تۆۋەندە بىز كرىتىك بۇلۇڭنىڭ 48.8° بولىدىغانلىقىنى تېپىپ چىقالايمىز. سۇ يۈزىدىكى سۇ يۈزىگە تېگىشىش ھالىتىدە سۇغا چۈشكەن نۇر بېلىقتا سۇنۇش بۇلۇڭى 48.8° بولغان يۆنىلىشتىن كەلگەندەك كۆرۈنىدۇ، باشقا يۆنىلىشلەردىن كەلگەن نۇرلارنىڭ سۇنۇش بۇلۇڭلىرىنىڭ ھەممىسى 48.8° تىن كىچىك بولىدۇ. شۇڭا سۇدىكى بېلىقتا سۇ يۈزىنىڭ ئۈستىدىكى بارلىق نەرسىلەر چوققا بۇلۇڭى كرىتىك بۇلۇڭنىڭ 2 ھەسسىسى بولغان كونۇس ئىچىدە كۆرۈنىدۇ.@

يېشىش : كرىتىك بۇلۇڭ فورمۇلىسى $\sin C=\frac{1}{n}$ بىلەن سۇنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى $n=1.33$ تىن كرىتىك بۇلۇڭ C نى تېپىشقا بولىدۇ:

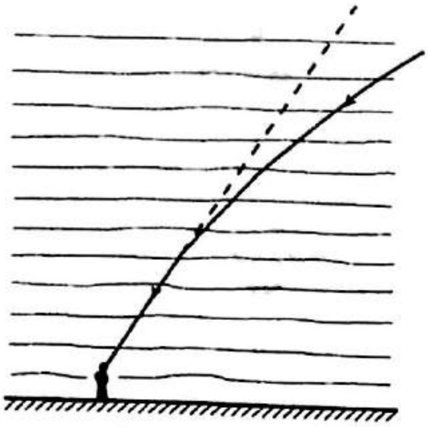
$$\sin C=\frac{1}{1.33}$$

$$C=\arcsin\frac{1}{1.33}=48.8°$$

كونۇسنىڭ چوققا بۇلۇڭىنى θ دەپ ئالساق، ئۇ ھالدا مۇنداق بولىدۇ:

$$\theta=2C=97.6°$$

ئاتموسفېرادىكى يورۇقلۇق ھادىسىسى (I)
— ئاتموسفېرادا سۇنۇپ توغرىلىنىش



20.19 – رەسىم

يورۇقلۇق ۋاكۇئۇمدىن ھاۋاغا چۈشكەندە، ئۇنىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىدە ئىنتايىن كىچىك ئۆزگىرىش بولىدۇ. گەرچە شۇنداق بولسىمۇ، بەزىدە ھاۋانىڭ سۇندۇرۇش تەسىرىنى ئويلاشمىسا بولمايدۇ. 20.19 – رەسىم ناھايىتى يىراق ئاسمان جىسمىدىن كەلگەن يورۇقلۇقنىڭ يەر شارى ئاتموسفېرا قاتلىمىنى تېشىپ ئۆتكەندىكى سۇنۇش ئەھۋالىنى ئىپادىلەيدۇ. يەر شارى يۈزىنى قاپلاپ تۇرغان ئاتموسفېرا يەر يۈزىگە يېقىن بولغانسېرى شۇنچە زىچ بولۇپ، سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىمۇ شۇنچە چوڭ بولىدۇ. يەرشارى يۈزىدىكى ئاتموسفېرانى سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى ئوخشاش بولمىغان نۇرغۇن گورىزونتال ھاۋا (گاز) قاتلىمىدىن تۈزۈلگەن دەپ قاراشقا بولىدۇ. يۇلتۇز يورۇقلۇقى بىر ھاۋا قاتلىمىدىن يەنە بىر ھاۋا قاتلىمىغا چۈشكەندە، نورمال سىزىقى تەرەپكە قاراپ سۇنىدۇ، نەتىجىدە بىز كۆرگەن يۇلتۇزنىڭ ئورنى ئەمەلىي ئورنىدىن ئېگىزرەك بولىدۇ. بۇنداق ئېففېكت (تەسىر) ئۇپۇق سىزىقىغا يېقىنلاشقانسېرى شۇنچە روشەن بولىدۇ. بىز كۆرگەن ئۇپۇق سىزىقىغا يېقىن بولغان يۇلتۇزنىڭ ئورنى ئۇنىڭ ئەمەلىي ئورنىدىن ′37 ئېگىز بولىدۇ. بۇخىل ئېففېكت ئاتموسفېرادا سۇنۇپ توغرىلىنىش دەپ ئاتىلىدۇ. ئاسترونومىيە-لىك كۈزىتىشلەردە بۇخىل ئېففېكتنى چوقۇم نەزەرگە ئېلىش كېرەك.

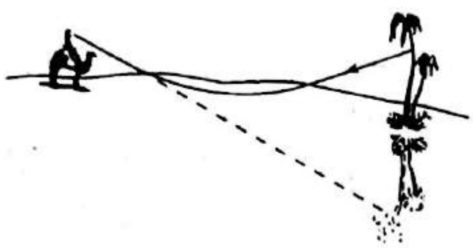
قۇياش يورۇقلۇقىمۇ ئاتموسفېرادا سۇنىدۇ، شۇڭا بىز كۆرگەن قۇياشنىڭ ئۇپۇق سىزىقىدىن ئەمدىلا ئۆرلىگەن ئەھۋالى ئەمەلىيەتتە ئۇنىڭ ئۇپۇق سىزىقىنىڭ تۆۋەن تەرىپىدە تۇرغاندا چىقارغان يورۇقلۇقىدىن ئىبارەت بولۇپ، ئۇنىڭ يورۇقلۇقىنىڭ ھاۋادا سۇنۇشىدىن بىز ئۇنى ئۇپۇق سىزىقىنىڭ يۇقىرى تەرىپىدە تۇرغاندەك كۆرىمىز.

ئاتموسفېرادىكى يورۇقلۇق ھادىسىسى (II)
— ئېزىتقۇ

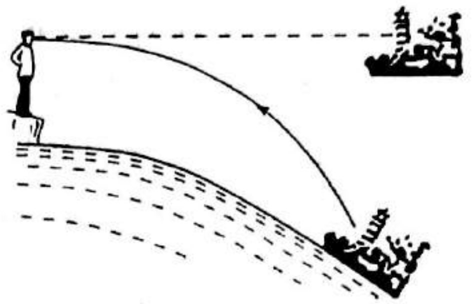
ياز كۈنلىرى تىپتىنچ دېڭىز يۈزىدىن يىراقلارغا قارىسىڭىز، بەزىدە تاغ چوققىلىرى، پاراخوت، ئىمارەت، راۋاق، بازار، بۇتخانا قاتارلىقلارنىڭ يىراق ھاۋا بوشلۇقىدا شەكىللەنگەنلىكىنى كۆرەلەيسىز. قەدىمكى كىشىلەر بۇخىل مەنزىرىنىڭ شەكىللىنىش سەۋەبىنى بىلەلمەي، ئۇنىڭغا قارىتا ئىلمىي قاراشتا بولماستىن، ئۇلارنى دېڭىزدىكى ئەجدىھا چىقارغان گازدىن شەكىللەنگەن، دەپ قارىغان. شۇڭا «ئېزىتقۇ» دەپ ئاتالغان. ئېزىتقۇ يورۇقلۇق زىچلىقى بىر تەكشى بولمىغان ھاۋادا تارقالغاندا تولۇق قايتىش يۈز بېرىشتىن ھاسىل بولىدۇ. ياز كۈنلىرى دېڭىز يۈزىدىكى ھاۋانىڭ ئاستىنقى قاتلىمىنىڭ تېمپېراتۇرىسى ئۈستۈنكى قاتلىمىنىڭكىدىن تۆۋەن، زىچلىقى ئۈستۈنكى قاتلىمىنىڭكىدىن چوڭ بولىدۇ، سۇندۇرۇش كۆرسەت-كۈچىمۇ ئۈستۈنكى قاتلىمىنىڭكىدىن چوڭ بولىدۇ. دېڭىز يۈزىدىكى ھاۋانى سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى ئوخشاش بولمىغان نۇرغۇنلىغان گورىزونتال ھاۋا قاتلىمىدىن تۈزۈلگەن دەپ قارىشىمىزغا بولىدۇ. يىراقتىكى تاغ چوققىلىرى، پاراخوت، ئىمارەت ۋە ئادەم قاتارلىقلاردىن چىققان نۇرلار ھاۋاغا كىرگەندە ئۈزلۈكسىز سۇندۇرۇلغانلىقتىن، نورمال سىزىق يۆنىلىشىدىن بارغانسېرى ئېغىشىپ، يۇقىرى ھاۋا قاتلىمىغا كىرىدىغان چۈشۈش بۇلۇڭى تاكى تولۇق قايتىش يۈز بەرگەنگە قەدەر تەدرىجىي چوڭىيىدۇ – دە، نۇرلار يەر يۈزىگە قايتىپ چۈشىدۇ، كىشىلەر نۇرغا قارشى يۆنىلىشتە قارىغاندا، يىراقتىكى جىسىملارنىڭ مەنزىرىسى ھاۋا بوشلۇقىدا كۆرۈنىدۇ (21.19 – رەسىم).

چۆللەردىمۇ ئېزىتقۇ ھادىسىسىنى كۆرۈشكە بولىدۇ. قۇياش يورۇقلۇقى قۇملارغا چۈشكەندە، قۇم يۈزىگە يېقىنراق بولغان ئىسسىق ھاۋا قاتلىمى يۇقىرى ھاۋا قاتلىمىنىڭ زىچلىقىدىن كىچىك بولىدۇ. شۇڭا سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىمۇ كىچىك بولىدۇ. يىراق ئورۇندىكى جىسىمدىن يەر يۈزىگە چۈشكەن نۇرلار سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى كىچىك بولغان ئىسسىق ھاۋا قاتلىمىغا كىرگەندە سۇنۇپ، چۈشۈش بۇلۇڭى تەدرىجىي چوڭىيىپ، بۇنىڭدىمۇ تولۇق قايتىش يۈز بېرىشى مۇمكىن. كىشىلەر قايتقان نۇرغا قارشى يۆنىلىشتە قارىغاندا، يىراقتىكى جىسىملارنىڭ خۇددى سۇ يۈزىدىن قايتىپ

چىققاندەكلا دۆم كۆمتۈرۈلگەن سايىسىنى كۆرەلەيدۇ (22.19 ـ رەسىم). چۆللەردىكى يولۇچىلار دائىم دېڭىزدەك مەنزىرىلەر تەرىپىدىن قايمۇقۇپ قالىدۇ، ئۇلار ئالدى تەرەپتە سۇ مەنبەسى بار دەپ بىلىپ يۈگۈرۈپ بارىدۇ، ئەمما بۇ مەنزىرە كۆرۈنۈپ تۇرىدۇيۇ، كىشىلەر ئۇنىڭغا يېتىپ بارالمايدۇ.



22.19 ـ رەسىم .چۆللۈكتىكى ئېزىتقۇ



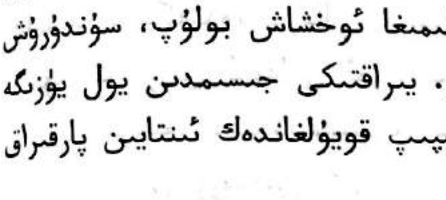
21.19 ـ رەسىم

ئىسسىق ياز كۈنلىرى ئاسفالت يوللاردا، بەزىدە يىراقتا بايان قىلىنغان ھادىسىنى كۆرگىلى بولىدۇ. ئىسسىق يول يۈزىگە تېگىشىپ تۇرغان ھاۋا قاتلىمى ئىسسىق قۇم يۈزىگە يېقىن تۇرغان ھاۋا قاتلىمىغا ئوخشاش بولۇپ، سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى يۇقىرى ھاۋا قاتلىمىنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىدىن كىچىك بولىدۇ. يىراقتىكى جىسىمدىن يول يۈزىگە چۈشكەن نۇرلاردىمۇ تولۇق قايتىش يۈز بېرىپ، يىراقتىن قارىغاندا، خۇددى سۇ سېپىپ قويۇلغاندەك ئىنتايىن پارقىراق كۆرۈنىدۇ.

3 ـ مەشىق

(1) يورۇقلۇق ئوپتىك ______ مۇھىتتىن ئوپتىك ______ مۇھىتقا چۈشكەندە، تولۇق قايتىش يۈز بېرىشى مۇمكىن. تولۇق قايتىش يۈز بېرىشنىڭ شەرتى ______ .

(2) يورۇقلۇقنىڭ ئوپتىك شالاڭ مۇھىتتىكى تارقىلىش تېزلىكى چوڭ بولامدۇ ياكى ئوپتىك زىچ مۇھىتتىكى تارقىلىش تېزلىكى چوڭ بولامدۇ؟



23.19 ـ رەسىم

(3) يورۇقلۇق سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى ئايرىم 1.5 بولغان ئەينەك ۋە 2.42 بولغان ئالماستىن ھاۋاغا كىرگەندە كرىتىك بۇلۇڭلىرى قانچە بولىدۇ؟

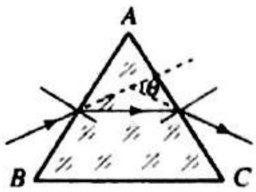
(4) نۇر ھاۋادىن سۇغا چۈشكەندە، نۇرنىڭ سۇدىكى سۇنۇش بۇلۇڭى ئەڭ چوڭ بولغاندا قانچە گرادۇس بولىدۇ؟

(5) يورۇقلۇق سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى $\sqrt{2}$ بولغان مۇھىتتىن $40°$ لۇق چۈشۈش بۇلۇڭى بويىچە مۇھىت بىلەن ھاۋانىڭ چېگرا يۈزىگە چۈشكەندە، تولۇق قايتىش يۈز بېرەمدۇ؟

(6) 23.19 ـ رەسىمدىكى S سۇ ئاستىدىكى بىر نۇقتىلىق يورۇقلۇق مەنبەسى. رەسىمدىكى ھەرقايسى نۇرلارنىڭ سۇنغان نۇرى ۋە قايتقان نۇرلىرىنى سىزىپ چىقىڭ.

§ 4 . يورۇقلۇقنىڭ رەڭلەرگە ئاجرىلىشى

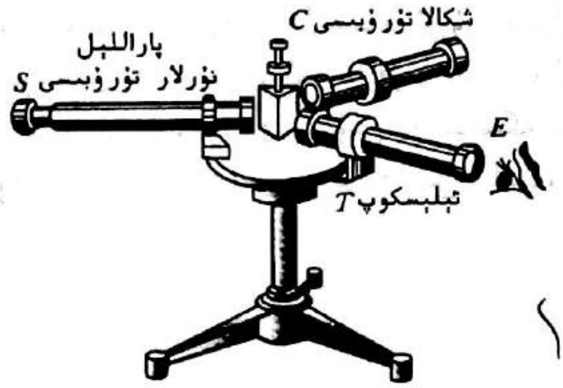
پرىزما دائىم ئىشلىتىلىدىغان پرىزمىلار توغرا كەسمە يۈزى ئۈچبۇلۇڭ ياكى تراپېتسىيە شەكلىدە بولغان ئۈچ قىرلىق ئەينەكتىن ئىبارەت بولۇپ، ئادەتتە **پرىزما** دەپ ئاتىلىدۇ. پرىزما ئارقىلىق يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىنى ئۆزگەرتكىلى بولىدۇ، يەنە يورۇقلۇقنى رەڭلەرگە ئاجراتقىلى بولىدۇ. 19 . 24 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، تەجرىبە ئىشلەش ياكى يورۇقلۇق يولى سخېمىسىنى سىزىش ئارقىلىق بىلىشكە بولىدۇكى، يورۇقلۇق ئەينەك پرىزمىنىڭ بىر يېقى AB دىن كىرىپ، يەنە بىر يېقى AC دىن

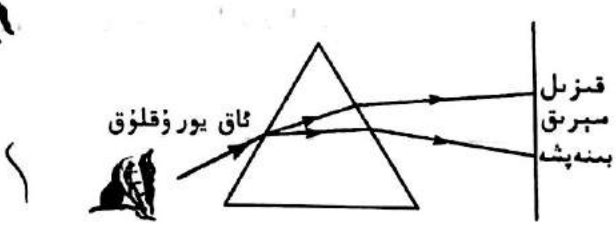


24.19 ـ رەسىم . يورۇقلۇق پرىزمىدىن ئۆتكەندىن كېيىن پرىزمىنىڭ ئاساسىغا قارىتا ئېغىشىدۇ

چىققاندا ، چىققان يۆنىلىشى كىرگەن يۆنىلىشكە قارىغاندا روشەن هالدا پرىزمىنىڭ ئاساسىغا قارىتا ئېغىشىدۇ ، بۇنىڭ سەۋەبى يورۇقلۇق پرىزمىنىڭ ئىككى يېقىدا سۇنغاندا ، ئۇنىڭ هەر قېتىملىق سۇنۇشتا پرىزمىنىڭ ئاساسىغا قارىتا ئېغىشىدىغانلىقىدا . ئېغىش بۇلۇڭى θ پرىزمىنىڭ ماتېرىيالىنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى بىلەن مۇناسىۋەتلىك بولۇپ ، سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى قانچە چوڭ بولسا ، ئېغىش بۇلۇڭى شۇنچە چوڭ بولىدۇ . ئېغىش بۇلۇڭى θ يەنە چۈشۈش بۇلۇڭىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى بىلەن مۇناسىۋەتلىك بولۇپ ، بۇ مەسىلە بۇ يەردە مۇهاكىمە قىلىنمايدۇ .

يورۇقلۇقنىڭ رەڭلەرگە ئاجرىلىشى قۇياش ، قۇياش نۇرلۇق لامپا (نەي لامپا) چىقارغان يورۇقلۇقلارنىڭ ئالاهىدە بەلگىلەنگەن رەڭگى بولمايدۇ ، بۇلار ئاق يورۇقلۇق دەپ ئاتىلىدۇ . 25.19 ـ رەسىم A دا كۆرسىتىلگەندەك ، ئاق يورۇقلۇقنى تار يوچۇقتىن ئۆتكۈزۈپ ياپىلاق بىر يورۇقلۇق دەستىسى هاسىل قىلىپ ، بۇنى پرىزمىغا چۈشۈرسەك ، ئۇ ئېغىشقاندىن كېيىن ئېكرانغا چۈشكەندە ، تار يوچۇق كەڭلىكى بىلەن ئوخشاش كەڭلىكتىكى بىر ئاق يورۇق سىزىق كۆرۈنىدۇ ، دەپ مۆلچەرلەيمىز . ئەمما ، ئەمەلىيەتتە ئوخشاش بولمىغان رەڭدىكى نۇرغۇن يورۇق سىزىقلار بارلىققا كېلىپ ، ئۇلار ئۆزئارا تۇتىشىپ بىر رەڭلىك يورۇق بەلۋاغنى شەكىللەندۈرىدۇ . بۇ يورۇق بەلباغ سپېكتىر دەپ ئاتىلىدۇ (1 ـ رەڭلىك رەسىم) . بۇ هادىسە ئاق يورۇقلۇقنىڭ ئەمەلىيەتتە هەرخىل يەككە (ساپ) رەڭلىك نۇرلاردىن تەشكىل تاپقان مۇرەككەپ رەڭلىك يورۇقلۇق ئىكەنلىكىنى چۈشەندۈرۈپ بېرىدۇ . مۇرەككەپ رەڭلىك يورۇقلۇقنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنىڭ ئوخشىماسلىقى تۈپەيلىدىن مۇهىتتا يەككە رەڭلىك نۇرلارغا ئاجرىلىش هادىسىسى يورۇقلۇقنىڭ رەڭلەرگە ئاجرىلىشى دەپ ئاتىلىدۇ .





A: پرىزما ئاق يورۇقلۇقنى رەڭلەرگە ئاجرىتىدۇ B: ئوقۇتۇشتا پايدىلىنىدىغان سپېكتروسكوپ

25.19 ـ رەسىم . يورۇقلۇقنىڭ رەڭلەرگە ئاجرىلىشى

سپېكتىردىكى قىزىل نۇر ئەڭ يۇقىرىقى ئۇچتا (25.19 ـ رەسىم) ، بىنەپشە نۇر ئەڭ تۆۋەنكى ئۇچتا بولۇپ ، ئوتتۇرىسىدىكىلىرى پورتەهال (سارغۇچ) ، سېرىق ، يېشىل ، كۆك ، نىل (هاۋارەڭ) قاتارلىق رەڭلىك نۇرلاردىن ئىبارەت . بۇ هەرخىل رەڭلىك نۇرلارنىڭ پرىزمىدىن ئۆتكەندىن كېيىنكى ئېغىش بۇلۇڭلىرىنىڭ ئوخشاش بولمايدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بەردى . قىزىل نۇرنىڭ ئېغىش بۇلۇڭى ئەڭ كىچىك ، بىنەپشە نۇرنىڭ ئېغىش بۇلۇڭى ئەڭ چوڭ بولىدۇ . ئېغىش بۇلۇڭىنىڭ ئوخشاش بولماسلىقى پرىزما ماتېرىيالىنىڭ ئوخشاش بولمىغان رەڭلىك نۇرلارغا بولغان سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنىڭ ئوخشاش بولمايدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ . قىزىل نۇرنىڭ ئېغىش بۇلۇڭىنىڭ كىچىك بولۇشى پرىزما ماتېرىيالىنىڭ قىزىل نۇرغا بولغان سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنىڭ كىچىك بولىدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ ؛ بىنەپشە نۇرنىڭ ئېغىش بۇلۇڭىنىڭ چوڭ بولۇشى پرىزما ماتېرىيالىنىڭ بىنەپشە نۇرغا بولغان سۇندۇرۇش كۆرسەت-

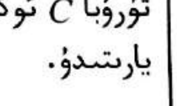
كۆچىنىڭ چوڭ بولىدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ . تۆۋەندىكى جەدۋەلدە تەجرىبە ئارقىلىق ئۆلچەنگەن كرون ئەينەكنىڭ ھەرخىل رەڭلىك نۇرلارغا قارىتا سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى بېرىلدى .

رەڭلىك نۇر	بىنەپشە ، نىل	كۆك	يېشىل	سېرىق	پورتەھال	قىزىل
سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى	1.532	1.528	1.519	1.517	1.514	1.513

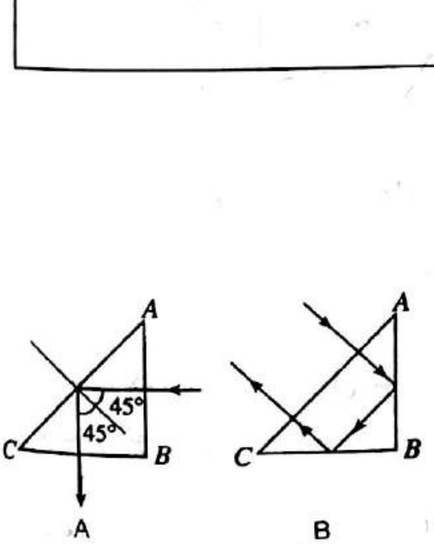
بىزگە مەلۇم ، مۇھىتنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى يورۇقلۇقنىڭ ۋاكۇئۇمدىكى تېزلىكى بىلەن شۇ خىل مۇھىتتىكى تېزلىكىنىڭ نىسبىتىگە تەڭ . ھەرخىل رەڭلىك نۇرلارنىڭ ۋاكۇئۇمدىكى تېزلىكى ئوخشاش بولۇپ ، ھەممىسى c غا تەڭ . ئۇلارنىڭ ئوخشاش بىر مۇھىت (مەسىلەن ، ئەينەك) تىكى سۇنۇش كۆرسەتكۈچى ئوخشاش بولمايدۇ . بۇ ، ئۇلارنىڭ ئوخشاش بىر مۇھىتتىكى تېزلىكلىرىنىڭ ئوخشاش بولمايدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ . قىزىل نۇرنىڭ سۇنۇش كۆرسەتكۈچى ئەڭ كىچىك بولىدۇ . بۇ ، قىزىل نۇرنىڭ مۇھىتتىكى تېزلىكىنىڭ باشقا رەڭلىك نۇرلارنىڭكىدىن چوڭ ئىكەنلىكىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ .

ئەمەلىيەتتە ئوخشاش خىل ئەينەكنىڭ ئوخشاش بولمىغان رەڭلىك نۇرلارغا بولغان سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچلىرىنىڭ پەرقى ئانچە چوڭ بولمايدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن 25.19 ـ رەسىم A بىر پرىنسىپ سخېمىسىدىن ئىبارەت بولىدۇ، تەجرىبىدە ئېكراندا ئېرىشىلىدىغىنى پەقەت تار يوچۇقتىن ئازراق كەڭ بولغان يورۇق سىزىقتىنلا ئىبارەت بولۇپ، بىر تەرىپىنىڭ رەڭگى كۆك، بىر تەرىپىنىڭ رەڭگى قىزىل بولىدۇ. ئەمەلىيەتتە سپېكترنى كۆزىتىش ئەسۋابى سپېكتروسكوپ دەپ ئاتىلىدۇ (25.19 ـ رەسىم B). ئوقۇغۇچىلار ئۇنىڭدىن پايدىلىنىپ سپېكترنى كۆزەتسە بولىدۇ. ئۇنىڭ 25.19 ـ رەسىم B دىكى بىلەن بولغان ئاساسلىق پەرقى شۇكى، ئۇنىڭ «تېلېسكوپى» T دا بىر گۇرۇپپا لىنزا بار بولۇپ، بۇ سپېكترنى «تارتىپ» ئۈزۈن بەلۋاغ قىلىپ كۆرسىتىپ، ئوكۇليار (قاراش ئەينىكى) E دىن كۆزىتىشكە قولايلىق يارىتىدۇ. E ئۈچىغا فوتو ئاپپارات ئورنىتىپ سۈرەتكە ئېلىشقا بولىدۇ. پاراللېل نۇرلار تۇرۇبىسى S نىڭ رولى ناھايىتى تار، يۇقىرى يورۇش دەرىجىسىگە ئىگە بىر تال يورۇقلۇق دەستىسىنى ھاسىل قىلىشتىن ئىبارەت. تۇرۇبا C ئوكۇلياردا بىر شكالىلىق گەزنى ھاسىل قىلىپ، سپېكترغا قارىتا مىقدارلىق تەتقىقات ئېلىپ بېرىشقا قولايلىق يارىتىدۇ.

تولۇق قايتۇرغۇچى پرىزما

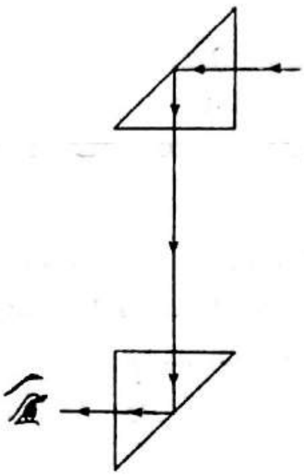


توغرا كەسمە يۈزى تەڭ يانلىق تىك بۇلۇڭلۇق ئۈچبۇلۇڭ بولغان پرىزما **تولۇق قايتۇرغۇچى پرىزما** دەپ ئاتىلىدۇ. 26.19 ـ رەسىمدىكى تەڭ يانلىق تىك بۇلۇڭلۇق ئۈچبۇلۇڭ ABC بىر تولۇق قايتۇرغۇچى پرىزمىنىڭ توغرا كەسمە يۈزىنى ئىپادىلەيدۇ، ئۇنىڭ ئىككى تىك تەرىپى AB بىلەن BC پرىزمىدىكى ئۆزئارا تىك بولغان ئىككى يان تەرىپىنى ئىپادىلەيدۇ. ئەگەر نۇر AB يۈزگە تىك چۈشسە، ئەسلىدىكى يۆنىلىشنى بويلاپ پرىزمىغا كىرىپ، AC يۈزگە چۈشىدۇ، چۈشۈش بۇلۇڭى (45°) نۇرنىڭ ئەينەكتىن ھاۋاغا چۈشكەندىكى كرىتىك بۇلۇڭى (42°) دىن چوڭ بولىدىغانلىقتىن، نۇر AC يۈزدىن تولۇق قايتىدۇ ـ دە، BC يۈزگە تىك بولغان يۆنىلىشنى بويلاپ پرىزمىدىن چىقىپ كېتىدۇ (26.19 ـ رەسىم A). ئەگەر نۇر AC يۈزگە تىك چۈشسە (26.19 ـ رەسىم

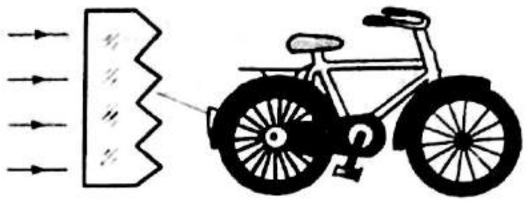


26 . 19 ـ رەسىم . تولۇق قايتۇرغۇچى پرىزما

B)، ئەسلىدىكى يۆنىلىشى بويىچە پرىزمىغا كىرگەندىن كېيىن، AB، BC دىن ئىبارەت ئىككى يۈزدىن تولۇق قايتىپ، ئەڭ ئاخىرىدا چۈشۈش يۆنىلىشىگە قارشى يۆنىلىشتە AC يۈزدىن چىقىدۇ. تۇرمۇشتىكى نۇرغۇن جايلاردا بۇ پرىنسىپتىن پايدىلىنىلىدۇ. مەسىلەن، ۋېلىسىپىتنىڭ كەينى چىرىغى (27.19 ـ رەسىم) دا مۇشۇ پرىنسىپتىن پايدىلىنىلغان.

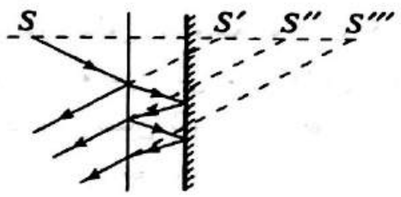


28.19 ـ رەسىم. تولۇق قايتۇرغۇچى پرىزمىنىڭ پېرىسكوپتا قوللىنىلىشى



27.19 ـ رەسىم

ئوپتىك ئەسۋابلاردا دائىم تەكشى ئەينەكنىڭ ئورنىغا تولۇق قايتۇرغۇچى پرىزما ئىشلىتىلىپ، يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىش يۆنىلىشى ئۆزگەرتىلىدۇ. 28.19 ـ رەسىم تولۇق قايتۇرغۇچى پرىزمىنىڭ پېرىسكوپتا قوللىنىلىشىنىڭ يورۇقلۇق يولى سخېمىسىدىن ئىبارەت. تېلېسكوپتا چوڭراق چوڭايتىش ھەسسىلىك سانىغا ئېرىشىش ئۈچۈن ئەينەك كانىيىنى ئۇزۇن قىلىشقا توغرا كېلىدۇ، تولۇق قايتۇرغۇچى پرىزمىنى ئىشلەتكەندە، ئەينەك كانىيىنىڭ ئۇزۇنلۇقىنى قىسقا قىلغىلى بولىدۇ.(29.19ـ رەسىم).



30.19 ـ رەسىم. تەكشى ئەينەكتە قات تەسۋىر ھاسىل بولۇشنىڭ سخېمىسى بۇنىڭدىكى S'' باش تەسۋىر

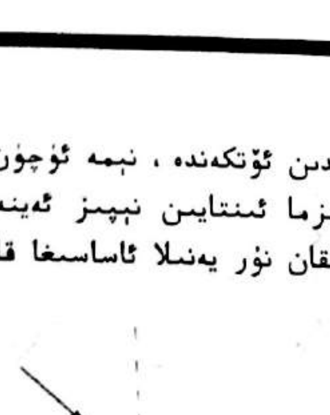
29.19 ـ رەسىم. قوش كانايلىق دۇربۇندىكى تولۇق قايتۇرغۇچى پرىزما

دەسلەپتە قارىماققا تولۇق قايتۇرغۇچى پرىزما پەقەتلا بىر تەكشى ئەينەك (كۆرۈش ئەينىكى)گە تەڭداش بولۇپ، تولۇق قايتۇرغۇچى پرىزما ئىشلىتىلىدىغان جايلاردا ئۇنىڭ ئورنىغا تامامەن تەكشى ئەينەكنى ئىشلىتىشكە بولىدىغاندەك كۆرۈنىدۇ، ئەمما ئەمەلىيەتتە بۇنداق ئەمەس. ئادەتتە تەكشى ئەينەك ئەينەكنىڭ كەينى يۈزىگە كۈمۈش يالىتىش ئارقىلىق ياسىلىدۇ، بىز يۇقىرىدا تەكشى ئەينەكتە تەسۋىر ھاسىل بولۇشنى مۇھاكىمە قىلغاندا، ھەممىسىدە بۇ كۈمۈش يۈزنىڭ يورۇقلۇق قايتۇرۇشنىلا نەزەرگە ئالدۇق. ئەمەلىيەتتە تەكشى ئەينەكنىڭ ئالدىنقى يۈزى، يەنى ئەينەك يۈزىمۇ نۇر قايتۇرىدۇ، يورۇقلۇق تارقاتقۇچى نۇقتا S تىن چىققان نۇر ئەينەك يۈزى ۋە كۈمۈش يۈز ئارقىلىق كۆپ قېتىم قايتىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن نۇقتا S نىڭ كۆپلىگەن تەسۋىرى ھاسىل بولىدۇ (30.19 ـ رەسىم). بۇلارنىڭ ئىچىدىكى بىرىنچى قېتىم كۈمۈش يۈزدىن

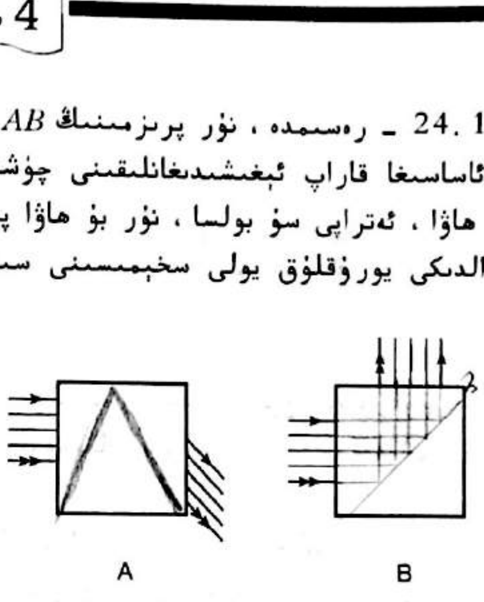
قايتىپ ھاسىل بولغان تەسۋىر (باش تەسۋىر) ئەڭ يورۇق بولىدۇ، قالغان تەسۋىرلەر بارغانسېرى خىرە بولۇپ، ئومۇمەن كىشىنىڭ دىققىتىنى قوزغىمايدۇ، ئەمما نازۇك ئوپتىك ئەسۋابلار، مەسىلەن، فوتو ئاپپارات، تېلېسكوپ، مىكروسكوپ قاتارلىقلاردا بۇنداق ئارتۇقچە تەسۋىرلەر چوقۇم چىقىرىۋېتىلىشى كېرەك. شۇڭا بۇلاردا دائىم تولۇق قايتۇرغۇچى پرىزما ئىشلىتىلىدۇ. ئەلۋەتتە، ئەگەر ئەينەكنىڭ ئالدىنقى يۈزىگە كۈمۈش يالىتىلسا، كۆپ تەسۋىر ھاسىل بولمايدۇ، ئەمما ئالدىنقى يۈزىگە كۈمۈش يالىتىلسا، كۈمۈش يۈز ئاسانلا چۈشۈپ (تۆكۈلۈپ) كېتىدۇ.

4 - مەشىق

(1) 19.24 - رەسىمدە، نۇر پرىزمىنىڭ AB ۋە AC ئىككى يان يېقىدىن ئۆتكەندە، نېمە ئۈچۈن ھەر ئىككىسىدە، پرىزمىنىڭ ئاساسىغا قاراپ ئېغىشىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرۈڭ. ئەگەر بۇ پرىزما ئىنتايىن نېپىز ئەينەكتىن ياسىلىپ، بۇنىڭ ئىچى ھاۋا، ئەتراپى سۇ بولسا، نۇر بۇ ھاۋا پرىزمىدىن ئۆتكەندە، چىققان نۇر يەنىلا ئاساسىغا قارىتا ئېغىشامدۇ؟ بۇنداق ئەھۋالدىكى يورۇقلۇق يولى سخېمىسىنى سىزىپ چىقىڭ.



19.32 - رەسىم



19.31 - رەسىم

(2) 19.31 - رەسىمدە، يەككە رەڭلىك پاراللېل نۇرلار دەستىسى ھەربىر چاسا رامكىغا سول تەرەپتىن كىرگەندە، ھەربىر چاسا رامكا ئىچىگە قانداق ئوپتىك دېتالنى سېلىپ قويغاندا، ئاندىن رەسىمدىكى ئۇنۇمگە ئېرىشكىلى بولىدۇ؟ چىققان نۇرلار دەستىسىدىكى يەككە ئىسترېلكا بىلەن قوش ئىسترېلكا ئايرىم - ئايرىم ھالدا چۈشكەن نۇرلار دەستىسىنىڭ ئىككى چېتىگە ماس كېلىدۇ.

(3) قىزىل نۇر بىلەن بىنەپشە نۇرنىڭ كىرون ئەينەكتىكى تارقىلىش تېزلىكىنى ھېسابلاڭ.

(4) تار بىر دەستە پاراللېل نۇر ئىككى يېقى پاراللېل بولغان ئەينەك خىشنىڭ AB يۈزىگە چۈشكەن (19.32- رەسىم). CD يۈزىدىن چىققان نۇرنىڭ C ئۇچىغا يېقىن تەرىپى قىزىل بولامدۇ ياكى بىنەپشە رەڭلىك بولامدۇ؟ يورۇقلۇق يولى سخېمىسىنى سىزىپ چىقىڭ.

بۇ بابتىن قىسقىچە خۇلاسە

بۇ بابتا يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىشى ھەققىدىكى بىلىملەرنى ئۆگەندۇق. يورۇقلۇقنىڭ سۇنۇش قانۇنى، تولۇق قايتىش ۋە يورۇقلۇقنىڭ رەڭلەرگە ئاجرىلىشى مۇھىم نۇقتا ھېسابلىنىدۇ. نۇر ئۇقۇمى كىرگۈزۈلدى، بۇنىڭ بىلەن بىز گېئومېترىيە ئۇسۇللىرىدىن پايدىلىنىپ يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىشىنى مۇھاكىمە قىلالايمىز.

(1) يورۇقلۇقنىڭ سۇنۇش قانۇنىنىڭ مەزمۇنى نېمىدىن ئىبارەت؟ قايتىش ھادىسىسى ۋە سۇنۇش ھادىسىسىدە يورۇقلۇق يولى قايتما بولامدۇ- يوق؟ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى بىلەن يورۇقلۇق تېزلىكىنىڭ مۇناسىۋىتى قانداق بولىدۇ؟

(2) ئوپتىك زىچ مۇھىت ۋە ئوپتىك شالاڭ مۇھىت دېگەن نېمە؟ يورۇقلۇق ئوپتىك شالاڭ مۇھىتتىن ئوپتىك زىچ مۇھىتقا چۈشكەندە، سۇنۇش بۇلۇڭى چۈشۈش بۇلۇڭىدىن چوڭ بولامدۇ ياكى كىچىك بولامدۇ؟ يورۇقلۇق ئوپتىك زىچ مۇھىتتىن ئوپتىك شالاڭ مۇھىتقا چۈشكەندە ئەھۋال يەنە قانداق بولىدۇ؟

(3) تولۇق قايتىش دېگەن نېمە؟ كرىتىك بۇلۇڭ دېگەن نېمە؟ كرىتىك بۇلۇڭنى قانداق تېپىش كېرەك؟

(4) يورۇقلۇقنىڭ رەڭلەرگە ئاجرىلىشى دېگەن نېمە؟ قانداق ھادىسە ئوخشاش بىرخىل مۇھىتتىكى ھەرخىل رەڭلىك نۇرلارنىڭ سۇنۇش كۆرسەتكۈچلىرىنىڭ ئوخشاش بولمايدىغانلىقىنى ئىپادىلەپ بېرىدۇ؟ بىنەپشە نۇرنىڭ سۇنۇش كۆرسەتكۈچى چوڭمۇ ياكى قىزىل نۇرنىڭ سۇنۇش كۆرسەتكۈچى چوڭمۇ؟

كۆنۈكمە

A گۇرۇپپا

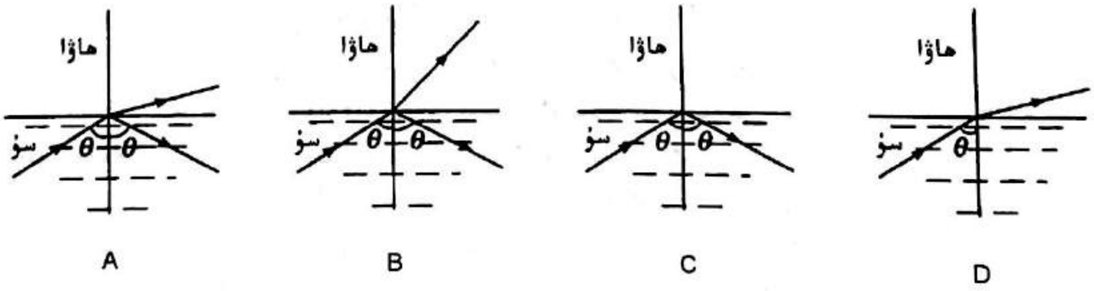
(1) بىر كىشى تاشيولنى بويلاپ كېتىۋاتقىنىدا، ئالدى تەرەپتىن كېلىۋاتقان ئاپتوموبىلنىڭ شامال توسقۇچى ئەينىكىدىن قۇياشنى كۆرگەن. شامال توسقۇچى ئەينەك بىلەن گورىزونتال تەكشىلىكنىڭ ئارا بۇلۇڭى 81°بولۇپ، ئەينەكتىن قايتىپ ئادەمنىڭ كۆزىگە چۈشكەن قايتقان يورۇقلۇقنى گورىزونتال دەپ قاراشقا بولىدۇ. ئەمدى چۈشكەن يورۇقلۇق بىلەن گورىزونتال تەكشىلىكنىڭ ئارا بۇلۇڭىنى تېپىڭ.

(2) بوي ئېگىزلىكى 1.8m بولغان ئادەم ئىككى كۆزى بىلەن ئۇدۇل قاراپ تەكشى ئەينەك (كۆرۈش ئەينىكى) تىن ئۆزىنىڭ پۈتۈن بەدىنىنىڭ تەسۋىرىنى كۆرەلىشى ئۈچۈن، ئەگەر ئادەم بىلەن ئەينەكنىڭ ھەرئىككىسى تىك بولسا، تەكشى ئەينەكنىڭ ئۇزۇنلۇقى ئاز دېگەندە قانچىلىك ئۇزۇنلۇقتا بولۇشى كېرەك؟ تەكشى ئەينەكنى قايسى ئورۇنغا قويۇش كېرەك؟ يورۇقلۇق يولى سخېمىسىنى سىزىپ چىقىڭ ھەم چۈشەندۈرۈڭ.

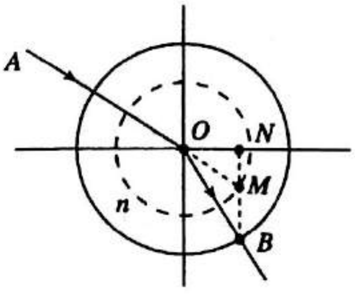
(3) نۇر مەلۇم بىر چۈشۈش بۇلۇڭى بويىچە ھاۋادىن سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى $\sqrt{3}$ بولغان ئەينەككە چۈشكەندە، سۇنغان نۇر بىلەن قايتقان نۇر دەل تىك بولسا، چۈشۈش بۇلۇڭى تۆۋەندىكىگە تەڭ بولىدۇ:

A. 30° B. 45° C. 60°

(4) سۇنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى 1.33 ئىكەنلىكى مەلۇم، بىر تال نۇر سۇدىن ھاۋاغا چۈشكەن، چۈشۈش بۇلۇڭى θ، ھەم $1/\sin\theta=1.22$ بولسا، 33.19 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تۆت دانە يورۇقلۇق يولى سخېمىسىدىكى قايسى سخېما توغرا؟



33.19 ـ رەسىم



34.19 ـ رەسىم

(5) ھاۋادىن پاراللېل ئەينەك خىشقا چۈشكەن نۇر خىشنىڭ ئاستىنقى يۈزىدىن چىققاندىن كېيىن، ئۇنىڭ ھاۋادىكى تارقىلىش يۆنىلىشىنىڭ چۈشۈش يۆنىلىشىگە پاراللېل بولىدىغانلىقىنى ئىسپاتلاپ كۆرۈڭ.

(6) ئاق يورۇقلۇقنىڭ ئەينەك پىرىزمىدىن ئۆتكەندە، رەڭلەرگە ئاجرىلىش ھادىسىسى ھەققىدىكى تۆۋەندىكى ئېيتىلىشلاردىن توغرىسى:

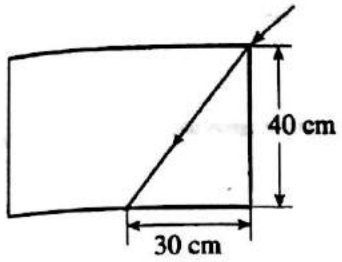
A. قىزىل نۇرنىڭ ئېغىشى ئەڭ چوڭ بولىدۇ، چۈنكى قىزىل نۇرنىڭ ئەينەكتىكى تارقىلىش تېزلىكى باشقا رەڭلىك نۇرلارنىڭكىدىن چوڭ بولىدۇ.

B. بىنەپشە نۇرنىڭ ئېغىشى ئەڭ چوڭ بولىدۇ، چۈنكى بىنەپشە نۇرنىڭ ئەينەكتىكى تارقىلىش تېزلىكى باشقا رەڭلىك نۇرلارنىڭكىدىن كىچىك بولىدۇ.

C . قىزىل نۇرنىڭ ئېغىشى ئەڭ كىچىك بولىدۇ ، چۈنكى قىزىل نۇرنىڭ ئەينەكتىكى سۇنۇش كۆرسەتكۈچى باشقا رەڭلىك نۇرلارنىڭكىدىن چوڭ بولىدۇ .

D . بىنەپشە نۇرنىڭ ئېغىشى ئەڭ كىچىك بولىدۇ ، چۈنكى بىنەپشە نۇرنىڭ ئەينەكتىكى سۇنۇش كۆرسەتكۈچى باشقا رەڭلىك نۇرلارنىڭكىدىن كىچىك بولىدۇ .

(7) 34 . 19 ـ رەسىمدە كۆرستىلگەندەك ، نۇر AO ھاۋادىن سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى n بولغان مۇھىتقا چۈشكەن بولۇپ ، O نۇقتىنى چەمبەر مەركىزى ، R نى رادىئۇس قىلىپ چەمبەر سىزغاندا ، بۇنىڭ سۇنغان نۇر بىلەن كېسىشىش نۇقتىسى B بولىدۇ ، B نۇقتىدىن ئۆتكۈزۈپ ئىككى مۇھىتنىڭ چېگرا يۈزىگە تىك چۈشۈرگەندە ، كېسىشىش نۇقتىسى N بولىدۇ ، BN بىلەن AO نىڭ ئۇزارتىلغان سىزىقلىرىنىڭ كېسىشىش نۇقتىسى M بولىدۇ . O نى مەركەز ، OM (r دەپ ئېلىنىدۇ) نى رادىئۇس قىلىپ يەنە بىر چەمبەر سىزىپ ، $n=\frac{R}{r}$ بولىدىغانلىقىنى ئىسپاتلاپ كۆرۈڭ .



35 . 19 ـ رەسىم

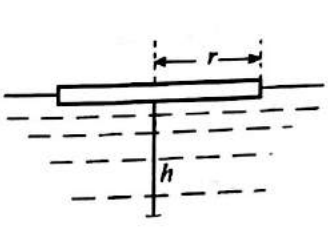
(8) چوڭقۇرلۇقى 40cm بولغان ئەينەك قاچىغا لىق سۇ تولدۇرۇلغان بولۇپ ، بىر تال نۇرنى قاچا دىۋارىنىڭ ئۈستۈنكى گىرۋىكىگە تېگىشىپ تۇرغان ھالدا سۇغا چۈشۈرگەندە (35 . 19 ـ رەسىم) سۇنۇپ قاچىنىڭ تېگى قىسمىدىكى قاچا دىۋارىدىن 30cm يىراقلىقتىكى بىر نۇقتىغا بارغان بولسا ، نۇرنىڭ سۇغا چۈشكەندىكى چۈشۈش بۇلۇڭى قانچە ؟

B* گۇرۇپپا

(1) ئاي شارى دىئامېتىرىدىن كۆزەتكۈچىنىڭ كۆزىگە قارىتا ئېچىلغان بۇلۇڭ °0.5 ، يەر شارى بىلەن ئاي شارىنىڭ ئارىلىقى 3.8×10^5km بولسا ، ئاي شارىنىڭ دىئامېتىرى تەخمىنەن نەچچە كىلومېتىر ؟ ھېسابلاشتىكى ئاساسىڭىز نېمە ؟

(2) كۆلنىڭ كەڭلىكى 350m بولۇپ ، كۆل ياقىسىدىكى سۇ يۈزىدىن 30m ئېگىز بىنادا تۇرۇپ كۆلنىڭ قارشى قىرغىقىدىكى بىر توپ دەرەخنىڭ كۆلدىكى دۈم كۆمتۈرۈلگەن سايىسىنى كۆزەتكەندە ، دەرەخ ئۇچىنىڭ دۈم كۆمتۈرۈلگەن سايىسى كۆلدىكى بىر كىچىك قېيىق تەرىپىدىن توسۇلۇپ قالغان . دەرەخنىڭ ئېگىزلىكى تەخمىنەن 5m بولسا ، بۇ قېيىقتىن بىناغىچە بولغان گورىزونتال ئارىلىق تەخمىنەن قانچىلىك ئۇزۇنلۇقتا ؟

(3) تۆۋەندىكى ئۇسۇل ئارقىلىق سۇيۇقلۇقنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنى ئۆلچەشكە بولىدۇ : رادىئۇسى r بولغان بىر پۇرۇپكىنىڭ چەمبەر مەركىزىگە بىر تال يىڭنىنى سانجىپ قويۇپ ، پۇرۇپكىنى سۇيۇقلۇق يۈزىدە لەيلىتىپ قويىمىز (36 . 19ـرەسىم) . يىڭنىنىڭ پۇرۇپكىغا سانجىلىش چوڭقۇرلۇقىنى تەڭشەپ ، ئۇنىڭ سىرتقا چىقىپ تۇرغان ئۇزۇنلۇقىنى h قىلىمىز . بۇ چاغدا سۇيۇقلۇق يۈزىنىڭ ئۈستى تەرىپىدىكى ھەرقايسى يۆنىلىشلەردىن سۇيۇقلۇققا قارىغاندا ، يىڭنىنى دەل كۆرۈنمەيدۇ . ئۆلچەنگەن سانلىق مەلۇمات r ۋە h تىن پايدىلىنىپ سۇيۇقلۇقنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنى تېپىشقا بولىدۇ .

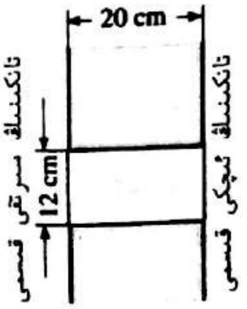


36 . 19 ـ رەسىم

a . r ۋە h تىن پايدىلىنىپ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنى تېپىشتىكى ھېسابلاش فورمۇلىسىنى يېزىپ چىقىڭ .

b . بۇ خىل ئۇسۇلدىن پايدىلىنىپ ئەمەلىيەتتە ئىشلەپ كۆرۈپ سۇنىڭ سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچىنى تېپىپ چىقىڭ .

(4) تانكىنىڭ ئىچىدە تۇرۇپ سىرتتىكى نىشاننى كۆزىتىش ئۈچۈن ، تانكا دىۋارىدىن بىر تىك تۆت تەرەپلىك تۆشۈك ئېچىلغان . تانكا دىۋارىنىڭ قېلىنلىقى 20cm ، تۆشۈكنىڭ كەڭلىكى 12cm ، تۆشۈكنىڭ ئىچىگە قېلىنلىقى تانكا دىۋارىنىڭ قېلىنلىقى بىلەن ئوخشاش ، سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى $n=1.52$ بولغان بىر پارچە ئەينەك ئورنىتىلغان دېسەك (37 . 19 ـ رەسىم) ، تانكا ئىچىدىكى ئادەم مۇشۇ بىر پارچە ئەينەك ئارقىلىق كۆرەلەيدىغان سىرتقى دائىرە قانچە گرادۇس بولىدۇ ؟



37 . 19 ـ رەسىم

(5) 38 . 19 ـ رەسىم سۇندۇرۇش كۆرسەتكۈچى $n=2.4$ بولغان سۈزۈك مۇھىتتىن ياسالغان تۆت قىرلىق پىرىزمىنىڭ توغرا كەسمە يۈزىنىڭ سخېمىسى بولۇپ ، بۇنىڭدىكى $\angle A=\angle C=90°$ ، $\angle B=60°$. ئەمدى بىر تال نۇر سخېمىدا كۆرستىلگەن ئورۇندىن پىرىزمىنىڭ AB يۈزىگە چۈشكەن بولسا ، يورۇقلۇق يولى سخېمىسىنى سىزىپ ، چىققان نۇرنى ئېنىقلاڭ . دىققەت : ھەربىر يۈزدە قايتقان نۇر ۋە سۇنغان نۇرلارنى نەزەرگە ئېلىش كېرەك .

يورۇقلۇق زادى نېمىدىن ئىبارەت ؟ بۇ مەسىلە خېلى بۇرۇنلا كىشىلەرنىڭ دىققىتىنى قوزغىغان . بىراق ناھايىتى ئۇزاق مەزگىل ئىچىدە ئۇنىڭغا قارىتا بىلىش تەرەققىياتى ئىنتايىن ئاستا بولغان . تاكى 17 - ئەسىرگە كەلگەندىلا ئاندىن ئېنىق ئىككى خىل تەلىمات شەكىللىنىپ چىققان : بىرخىلى نيۇتون تەشەببۇس قىلغان زەررىچە تەلىماتى بولۇپ ، يورۇقلۇق يورۇقلۇق مەنبەسىدىن چىققان بىرخىل ماددا مىكرو زەررىچە-سى بولۇپ ، بىر تەكشى مۇھىتتا بەلگىلىك تېزلىكتە تارقىلىدۇ ، دەپ قارىغان ؛ يەنە بىرخىلى دولقۇن تەلىماتى بولۇپ ، بۇنى نيۇتون بىلەن زامانداش بولغان گوللاندىيە فىزىكا ئالىمى ھويگېنس (1629~ 1695) ئوتتۇرىغا قويغان ، ئۇ يورۇقلۇق بوشلۇقتا تارقىلىدىغان مەلۇم خىل دولقۇندىن ئىبارەت ، دەپ قارىغان .

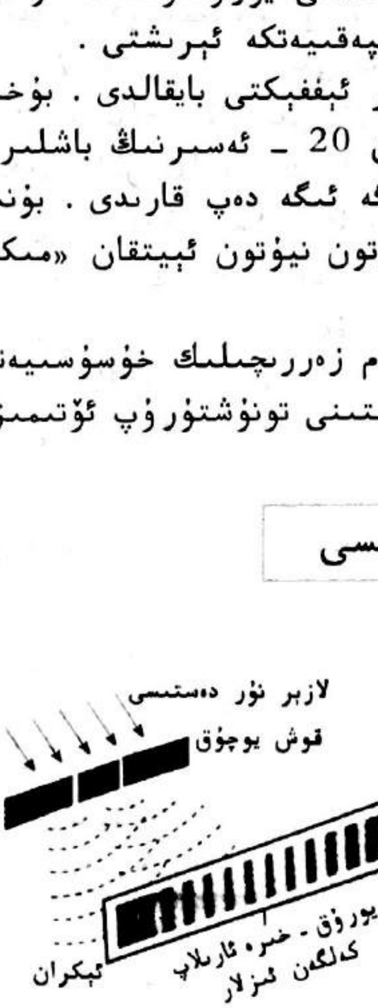
زەررىچە تەلىماتى بىلەن دولقۇن تەلىماتىنىڭ ھەرقايسىسى بەزى يورۇقلۇق ھادىسىلىرىنى چۈشەندۈرۈپ بېرەلىگەن ، ئەمما يەنە ئەينى چاغدا كۆزىتىلگەن يورۇقلۇق ھادىسىلىرىنىڭ ھەممىسىنى چۈشەندۈرۈپ بېرەلمىگەن . ئەڭ بالدۇرقى دولقۇن تەلىماتى ماتېماتىكىدىن پايدىلىنىپ قاتتىق تەلەپ بىلەن ئىپادىلەپ بېرەلمىگەنلىكى ۋە تەھلىل قىلالمىغانلىقى ، ئۇنىڭ ئۈستىگە نيۇتون فىزىكا ساھەسىدە يۇقىرى ئابرۇيغا ئىگە بولغانلىقى ئۈچۈن ، زەررىچە تەلىماتى ئۇدا ئۈستۈنلۈكنى ئىگىلەپ كەلگەن .

19- ئەسىرنىڭ باشلىرىغا كەلگەندە ، كىشىلەر تەجرىبىدە يورۇقلۇقنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيە ۋە دىفراك-سىيە ھادىسىلىرىنى كۆزەتكەن . مانا بۇلار دولقۇننىڭ ئالاھىدىلىكى بولۇپ ، بۇلارنى زەررىچە تەلىماتى ئارقىلىق چۈشەندۈرگىلى بولمايدۇ ، بۇنىڭ بىلەن دولقۇن تەلىماتىنىڭ توغرىلىقى ئىسپاتلاندى . 19- ئەسىرنىڭ 60- يىللىرىدا ماكسۋېل ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ مەۋجۇتلۇقىنى ئالدىن ئېيتقان ھەم يورۇقلۇقنى بىرخىل ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنى دەپ قارىغان . شۇنىڭدىن كېيىن ھېرتس تەجرىبىدە بۇخىل پەرەزنى ئىسپاتلىغان . شۇنىڭ بىلەن يورۇقلۇقنىڭ ئېلېكتر ماگنىتلىق تەلىماتى يورۇقلۇقنىڭ دولقۇن نەزەرىيىسىنى خېلى مۇكەممەل باسقۇچقا تەرەققىي قىلدۇرۇپ ، زور مۇۋەپپەقىيەتكە ئېرىشتى .

ئەمما 19- ئەسىرنىڭ ئاخىرىدا يەنە يېڭى بىر ھادىسە — فوتو ئېلېكتر ئېففېكتى بايقالدى . بۇخىل ھادىسىنى دولقۇن تەلىماتى ئارقىلىق چۈشەندۈرگىلى بولمىدى ، ئېينىشتېين 20 - ئەسىرنىڭ باشلىرىدا فوتون تەلىماتىنى ئوتتۇرىغا قويۇپ ، يورۇقلۇق زەررىچىلىك خۇسۇسىيىتىگە ئىگە دەپ قارىدى . بۇنىڭ بىلەن فوتو ئېلېكتر ئېففېكتىنى چۈشەندۈردى . ئەمما بۇ يەردە ئېيتىلغان فوتون نيۇتون ئېيتقان «مىكرو زەررىچە»گە تامامەن ئوخشىمايدۇ .

ھازىر كىشىلەر يورۇقلۇقنىڭ ھەم دولقۇنلۇق خۇسۇسىيەتكە ئىگە ، ھەم زەررىچىلىك خۇسۇسىيەتكە ئىگە ئىكەنلىكىنى تونۇپ يەتتى . بۇ بابتا يورۇقلۇقنىڭ دولقۇنلۇق خۇسۇسىيىتىنى تونۇشتۇرۇپ ئۆتىمىز .

§ 1 . يورۇقلۇقنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيىسى



1. 20 - رەسىم . قوش يوچۇق ئىنتېرفېرېنسىيىسى

ئىنتېرفېرېنسىيە ھادىسىسى دولقۇننىڭ خاس ئالاھىدىلىكى بولۇپ ، ئەگەر يورۇقلۇق ھەقىقەتەن بىرخىل دولقۇن بولسا ، مۇقەررەر ھالدا يورۇقلۇقلارنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيە ھادىسىسىنى كۆزەتكىلى بولىدۇ . 1801 - يىلى ئەنگلىيە فىزىكا ئالىمى توماس .يۇن (1773~ 1829) تەجرىبىخانىدا يورۇقلۇقلارنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيە ھادىسىسىنى مۇۋەپپەقىيەتلىك ھالدا كۆزەتكەن .

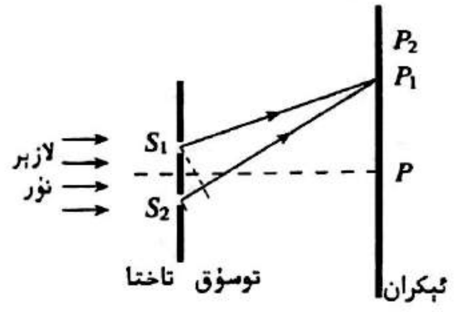
قوش يوچۇق ئىنتېرفېرېنسىيىسى

1. 20 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك ، بىر دەستە پاراللېل يەككە رەڭلىك نۇر (مەسىلەن ، قىزىل رەڭلىك لازېر نۇر دەستىسى)نى ئىككى تار يوچۇق S_1 بىلەن

گە ئىگە توسۇق تاختىغا چۈشۈرىمىز .تار يوچۇق S_1 بىلەن S_2 نىڭ ئارىلىقى ناھايىتى يېقىن ، ئەگەر S_2 يورۇقلۇق بىرخىل دولقۇن بولسا ، پاراللېل يورۇقلۇقلارنىڭ يورۇقلۇق دولقۇنلىرى تەڭلا تار يوچۇق S_1 بىلەن S_2 گە يېتىپ كېلىپ ، ئۇلار تەۋرىنىش ئەھۋالى ھامان ئوخشاش بولغان ئىككى دولقۇن مەنبەسى بولۇپ قالىدۇ ، ئۇلار چىقارغان يورۇقلۇقلار توسۇق تاختىنىڭ كەينىدىكى بوشلۇقتا قاتلىنىپ ، ئىنتېرفېرېنسىيە ھادىسىسىنى ھاسىل قىلىدۇ ؛ يورۇقلۇقلار بەزى جايلاردا ئۆزئارا كۈچىيىدۇ ، يەنە بەزى جايلاردا ئۆزئارا ئاجىزلىشىدۇ . ئەگەر توسۇق تاختىنىڭ كەينىگە بىر ئېكران قويۇلسا ، ئېكراندا يورۇق ـ خىرە ئارىلاپ كەلگەن ئىزلارنى كۆرۈشكە بولىدۇ (2.20 ـ رەسىم) . دەرۋەقە تەجرىبە ئالدىن مۆلچەرلەنگەن نەتىجىگە ئېرىشتى . مانا بۇ يورۇقلۇقنىڭ ھەقىقەتەن بىرخىل دولقۇن ئىكەنلىكىنى ئىسپاتلىدى .

ئەمەلىيەتتە توماس. يون ئەڭ دەسلەپكى تەجرىبىسىدە تار يوچۇقتىن پايدىلانماي، بەلكى كىچىك تۆشۈكتىن پايدىلانغان، كېيىن ئۇ تار يوچۇقتىن پايدىلانغاندا ئىنتېرفېرېنسىيە ئىزلىرىنىڭ تېخىمۇ يورۇق بولىدىغانلىقىنى بايقىغان، شۇنىڭ بىلەن كىشىلەر ئۇنىڭ تەجرىبىسىنى قوش يوچۇق ئىنتېرفېرېنسىيە تەجرىبىسى دەپ ئاتىغان.

2.20 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك ، ئەمدى بىز ئېكراندا بىر P نۇقتىنى ئالايلى ، P نۇقتىدىن S_1 ۋە S_2 لەرگىچە بولغان ئارىلىقلار ئوخشاش بولسۇن . S_1 بىلەن S_2 تەۋرىنىش ئەھۋالى ھامان ئوخشاش بولىدىغان ئىككى دولقۇن مەنبەسىگە تەڭداش بولۇپ ، S_1 بىلەن S_2 دىن چىققان ئىككى قاتار (يورۇش) دولقۇننىڭ P نۇقتىغا يېتىپ بېرىشتىكى مۇساپىلىرىمۇ ئوخشاش بولىدۇ . شۇڭا بۇ ئىككى قاتار دولقۇننىڭ دولقۇن چوققىسى (ياكى دولقۇن ئويمىنى) P نۇقتىغا تەڭلا يېتىپ كېلىدۇ . بۇ چاغدا ئىككى قاتار دولقۇننىڭ دولقۇن چوققىسى بىلەن دولقۇن چوققىسى ، دولقۇن ئويمىنى بىلەن دولقۇن ئويمىنى ھامان قاتلىنىپ (قوشۇلۇپ) ، P نۇقتىدىكى يورۇقلۇق دولقۇنى كۈچىيىپ ، بۇ يەردە بىر يورۇق ئىز بارلىققا كېلىدۇ .



2.20 ـ رەسىم . ئارىلىق مەركىزىي نۇقتا P دىن قانچىكى يىراق بولغان نۇقتىدا ، ئىككى تار يوچۇقتىن چىققان يورۇقلۇقلارنىڭ مۇساپە پەرقى شۇنچە چوڭ بولىدۇ

P نۇقتىنىڭ ئۈستى تەرىپىدىن يەنە بىر P_1 نۇقتىنى ئالايلى . ئۇنىڭ S_2 گىچە بولغان ئارىلىقى S_1 گىچە بولغان ئارىلىقىدىن يىراقراق بولۇپ ، ئىككى قاتار دولقۇننىڭ P_1 نۇقتىغا يېتىپ كېلىشىدىكى مۇساپىلىرى ئوخشاش بولمايدۇ ، ئىككى قاتار دولقۇننىڭ دولقۇن چوققىسى (ياكى دولقۇن ئويمىنى)نىڭ يەنە P نۇقتىغا تەڭلا يېتىپ كېلىشى ناتايىن ، ئەگەر مۇساپە پەرقى d دەل يېرىم دولقۇن ئۇزۇنلۇقىغا تەڭ بولسا ، ئۇ ھالدا بىر قاتار دولقۇننىڭ دولقۇن چوققىسى P_1 نۇقتىغا يېتىپ كەلگەندە ، يەنە بىر قاتار دولقۇننىڭ دەل بۇ جايدا دولقۇن ئويمىنى بارلىققا كېلىدۇ . بۇ چاغدا ئىككى قاتار دولقۇن قاتلىنىش نەتىجىسىدە ئۆزئارا ئاجىزلىشىدۇ ، شۇنىڭ بىلەن بۇ جايدا خىرە ئىز بارلىققا كېلىدۇ .

تېخىمۇ يىراقراق بولغان بىر P_2 نۇقتىغا نىسبەتەن ، ئىككى تار يوچۇقتىن كەلگەن يورۇقلۇق دولقۇنلىرىنىڭ مۇساپە پەرقى d تېخىمۇ چوڭ بولىدۇ . ئەگەر مۇساپە پەرقى دەل دولقۇن ئۇزۇنلۇقى λ غا تەڭ بولسا ، ئۇ ھالدا ئىككى قاتار دولقۇننىڭ دولقۇن چوققىسى (ياكى دولقۇن ئويمىنى) بۇ نۇقتىغا تەڭلا يېتىپ كېلىپ ، يورۇقلۇق دولقۇنى كۈچىيىپ ، بۇ يەردىمۇ يورۇق ئىز بارلىققا كېلىدۇ .

نۇقتىلار ئارىلىقى ئېكران مەركىزىدىن قانچە يىراق بولسا ، مۇساپە پەرقى شۇنچە چوڭ بولىدۇ . ھەرقېتىم مۇساپە پەرقى λ ، 2λ ، 3λ ... (يېرىم دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنىڭ جۈپ سان ھەسسىسى)گە تەڭ بولغاندا ، ئىككى قاتار يورۇقلۇق دولقۇنى ئۆزئارا كۈچىيىپ ، ئېكراندا يورۇق ئىز بارلىققا كېلىدۇ . ھەرقېتىم مۇساپە پەرقى $\frac{1}{2}\lambda$ ، $\frac{3}{2}\lambda$ ، $\frac{5}{2}\lambda$... (يېرىم دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنىڭ تاق سان ھەسسىسى)گە تەڭ بولغاندا ، ئىككى قاتار دولقۇن ئۆزئارا ئاجىزلىشىپ ، ئېكراندا خىرە ئىز بارلىققا كېلىدۇ .

قوش يوچۇق ئىنتېرفېرېنسىيە تەجرىبىسىدە ، تار يوچۇق S_1 بىلەن S_2 تەۋرىنىش ئەھۋالى ھەمىشە ئوخشاش بولىدىغان ئىككى دولقۇن مەنبەسىگە تەڭداش بولۇپ ، **باغلىنىشلىق دولقۇن مەنبەسى** دەپ ئاتىلىدۇ . باغلىنىشلىق دولقۇن مەنبەلىرى چىقارغان يورۇقلۇقلار ئۆزئارا قاتلانغاندا ، ئاندىن ئىنتېرفېرېنسىيە ھادىسىسى كېلىپ چىقىپ ، ئېكراندا تۇراقلىق بولغان يورۇق - خىرە ئارىلاپ كەلگەن ئىزلار بارلىققا كېلىدۇ .

ئىلادىن قانچە يىراقلاشسا، يورۇقلۇقى سۇسلىشىپ ھەرىكەتلىنىدۇ.

مۇلاھىزە ۋە مۇھاكىمە

2.20 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىدىن شۇنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى، ئېكران تۇسۇق تاختىدىن قانچە يىراق بولسا، ئىزلارنىڭ ئارىلىقى شۇنچە چوڭ بولىدۇ، يەنە بىر جەھەتتىن، تەجرىبىدە ئىشلىتىلگەن يورۇقلۇق دولقۇنلىرىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى قانچەچوڭ بولسا، ئىزلار ئارىسىدىكى ئارىلىقمۇ شۇنچە چوڭ بولىدۇ، بۇ نېمە ئۈچۈن؟

ئىككى يوچۇق ئارىسىدىكى ئارىلىق ھەم تۇسۇق تاختا بىلەن ئېكراننىڭ ئارىلىقى بەلگىلىك بولغان ئەھۋالدا ، ئوخشاش بولمىغان رەڭلەردىكى يەككە رەڭلىك نۇرلاردىن پايدىلىنىپ ، قوش يوچۇق ئىنتېرفېرېنسىيە تەجرىبىسىنى ئىشلىگەندە ، ئىنتېرفېرېنسىيە ئىزلىرى ئارىسىدىكى ئارىلىقلار ئوخشاش بولمايدۇ ، 2 - رەڭلىك رەسىمدىن كۆرۈشكە بولىدۇكى ، قىزىل نۇردىن پايدىلىنىپ تەجرىبە ئىشلىگەندىكى ئىنتېرفېرېنسىيە ئىزلىرىنىڭ ئارىلىقى كۆك نۇردىن پايدىلانغاندىكىدىن چوڭ بولىدۇ . بۇ ، قىزىل نۇرنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى كۆك نۇرنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىن ئۇزۇن بولىدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ . ھېسابلاشلار قوشنا ئىككىتال يورۇق ئىز (ياكى خىرە ئىز) ئارىسىدىكى ئارىلىق Δx نىڭ تۆۋەندىكىدەك بولىدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بەردى :

$$\Delta x=\frac{l}{d}\lambda.$$

بۇنىڭدىكى λ يورۇقلۇقنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ، d ئىككى تار يوچۇق ئارىسىدىكى ئارىلىق ، l تۇسۇق تاختا بىلەن ئېكران ئارىلىقى بولۇپ ، $l\gg d$. ئۆزىڭىز كەلتۈرۈپ چىقىرىشنى سىناپ كۆرۈڭ .

ھەرخىل يورۇقلۇقلارنىڭ ئوخشاش بولمىغان رەڭگى ئەمەلىيەتتە ئۇلارنىڭ ئوخشاش بولمىغان دولقۇن ئۇزۇنلۇقى (ياكى چاستوتىسى)نى ئەكس ئەتتۈرىدۇ ، ئەگەر ئاق يورۇقلۇقتىن پايدىلىنىپ قوش يوچۇق ئىنتېرفېرېنسىيە تەجرىبىسىنى ئىشلىگەندە ، ئاق يورۇقلۇق ئىچىدىكى ھەرخىل يەككە رەڭلىك نۇرلارنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيە ئىزلىرى ئارىسىدىكى ئارىلىقلار ئوخشاش بولمىغانلىقتىن ، ئېكراندا رەڭلىك ئىزلار بارلىققا كېلىدۇ .

بىزگە مەلۇم ، دولقۇن تېزلىكى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى بىلەن چاستوتىنىڭ كۆپەيتمىسىگە تەڭ . بۇ مۇناسىۋەت بارلىق دولقۇنلارغا مۇۋاپىق كېلىدۇ . ئوخشاش بولمىغان رەڭلىك نۇرلارنىڭ ۋاكۇئۇمدىكى تارقىلىش تېزلىكى ئوخشاش بولىدىغانلىقتىن ، دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ئوخشاش بولمىغان رەڭلىك نۇرلارنىڭ چاستوتىلىرىمۇ ئوخشاش بولمايدۇ ؛ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى قانچە ئۇزۇن بولسا ، چاستوتىسى شۇنچە [illegible] بولىدۇ ؛ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى قانچە قىسقا بولسا ، چاستوتىسى شۇنچە [illegible] بولىدۇ . ھەرخىل رەڭلىك نۇرلارنىڭ ۋاكۇئۇمدىكى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ۋە چاستوتا دائىرىسى تۆۋەندىكى جەدۋەلدە بېرىلدى .

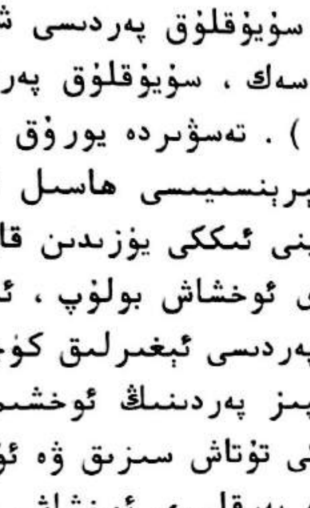
ئوخشاش بولمىغان رەڭلىك نۇرلارنىڭ ۋاكۇئۇمدىكى تارقىلىش تېزلىكى ئوخشاش بولسىمۇ، لېكىن ئۇلارنىڭ مۇھىتتىكى تارقىلىش تېزلىكى ئومۇمەن ئوخشاش بولمايدۇ. ئوخشاش خىلدىكى رەڭلىك نۇرنىڭ ئوخشاش بولمىغان مۇھىتلاردىكى چاستوتىسى ھامان ئۆزگەرمەيدۇ.

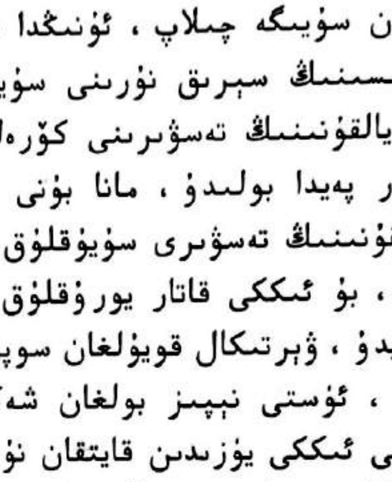
ھەرخىل رەڭلىك نۇرلارنىڭ ۋاكۇئۇمدىكى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ۋە چاستوتىسى					
نۇرنىڭ رەڭگى	دولقۇن ئۇزۇنلۇقى nm	چاستوتىسى 10^{14}Hz	نۇرنىڭ رەڭگى	دولقۇن ئۇزۇنلۇقى nm	چاستوتىسى 10^{14}Hz
قىزىل	770～620	3.9～4.8	يېشىل	580～490	5.2～6.1
پورتەھال	620～600	4.8～5.0	كۆك ـ نىل	490～450	6.1～6.7
سېرىق	600～580	5.0～5.2	بىنەپشە	450～400	6.7～7.5

$1nm=10^{-9}m$

نېپىز پەردىدىكى ئىنتېرفېرېنسىيە ئىسپىرت لامپىسى ئىچىدىكى ئىسپىرتقا ئازراق ناترىي خلورىدنى سېلىپ ئېرىتكەندە، ئىسپىرت لامپىسىنىڭ يالقۇنىدىن يورۇق سېرىق نۇر چىقىدۇ. تۆمۈر سىم ھالقىنى سوپۇن سۇيىگە چىلاپ، ئۇنىڭدا نېپىز بىر قەۋەت سوپۇن سۇيۇقلۇق پەردىسى شەكىللەندۈرۈپ، ئىسپىرت لامپىسىنىڭ سېرىق نۇرىنى سۇيۇقلۇق پەردىسىگە چۈشۈرسەك، سۇيۇقلۇق پەردىسى قايتۇرغان نۇردىن لامپا يالقۇنىنىڭ تەسۋىرىنى كۆرەلەيمىز (3.20 ـ رەسىم). تەسۋىردە يورۇق ـ خىرە ئارىلاپ كەلگەن ئىزلار پەيدا بولىدۇ، مانا بۇنى يورۇقلۇقلارنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيىسى ھاسىل قىلغان.

لامپا يالقۇنىنىڭ تەسۋىرى سۇيۇقلۇق پەردىسىنىڭ ئالدى ـ كەينى ئىككى يۈزىدىن قايتقان نۇرلاردىن شەكىللىنىدۇ، بۇ ئىككى قاتار يورۇقلۇق دولقۇنىنىڭ چاستوتىلىرى ئوخشاش بولۇپ، ئىنتېرفېرېنسىيە ھاسىل قىلالايدۇ، ۋېرتىكال قويۇلغان سوپۇن سۇيۇقلۇقىنىڭ نېپىز پەردىسى ئېغىرلىق كۈچىنىڭ تەسىرىدە ئاستى قېلىن، ئۈستى نېپىز بولغان شەكىلگە كېلىدۇ. شۇڭا نېپىز پەردىنىڭ ئوخشىمىغان جايلىرىدا ئالدى ـ كەينى ئىككى يۈزىدىن قايتقان نۇرلار (4.20 ـ رەسىمدىكى تۇتاش سىزىق ۋە ئۈزۈك سىزىقلىق دولقۇن شەكىللىرىدە كۆرسىتىلگەندەك)نىڭ بېسىپ ئۆتكەن مۇساپە پەرقلىرى ئوخشاش بولمايدۇ. بەزى جايلاردا ئىككى قاتار دولقۇن قاتلانغاندىن كېيىن كۈچىيىدۇ، شۇنىڭ بىلەن يورۇق ئىز بارلىققا كېلىدۇ؛ يەنە بەزى جايلاردا قاتلانغاندىن كېيىن ئاجىزلىشىدۇ. شۇنىڭ بىلەن خىرە ئىزلار بارلىققا كېلىدۇ.





3.20 ـ رەسىم. لامپا يالقۇنىنىڭ تەسۋىرىدىكى يورۇق ـ خىرە ئارىلاپ كەلگەن ئىزلار

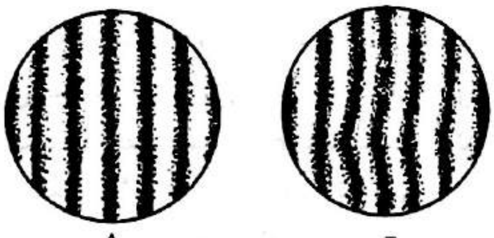
4.20 ـ رەسىم. نېپىز پەردىنىڭ ئالدى ـ كەينى ئىككى يۈزىدىن قايتقان نۇرلارنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيىلىشىشى

ئوخشاش بولمىغان دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىكى رەڭلىك نۇرلاردىن پايدىلىنىپ بۇ تەجرىبىنى ئىشلىگەندە، ئىزلارنىڭ ئارىلىقىمۇ ئوخشاش بولمايدۇ. مەسىلەن، ئاق يورۇقلۇقنى سوپۇن سۇيۇقلۇق پەردىسىگە چۈشۈرسە، ھەرقايسى رەڭلىك نۇرلار ئىنتېرفېرېنسىيىلەشكەندىن كېيىنكى ئىزلار ئارىسىدىكى ئارىلىقلار

ئوخشاش بولمايدىغانلىقتىن ، سۇيۇقلۇق پەردىسىدە رەڭلىك ئىزلار بارلىققا كېلىدۇ . سوپۇن ماغزاپ كۆپۈكچىسى ۋە سۇ يۈزىدىكى ماي پەردىسىدە دائىم كۆرۈنۈپ تۇرىدىغان رەڭلىك ئىزلار يورۇقلۇقلارنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيىلىنىشىدىن ھاسىل بولىدۇ .

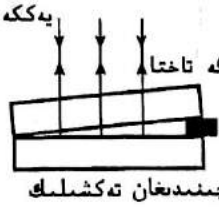
4.20 ـ رەسىم بىر سىخما بولۇپ، ئەمەلىيەتتە سۇيۇقلۇق پەردىسىنىڭ ئىككى يۈزىنىڭ ئارا بولۇقى بۇنداق چوڭ بولمايدۇ، ئوخشاش بىر تال چۈشكەن نۇرنىڭ سۇيۇقلۇق پەردىسىنىڭ ئالدى – كەينى يۈزلىرىدە قايتقاندىن كېيىنكى تارقىلىش يۆنىلىشىدە ئانچە چوڭ پەرق بولمايدۇ. شۇڭا قاتلىنىپ بىرلىشىپ، ئىنتېرفېرېنسىيە ھادىسىسىنى ھاسىل قىلىدۇ.

يورۇقلۇقلارنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيە ھادىسىسى تېخنىكىدا مۇھىم قوللىنىلىشلارغا ئىگە . مەسىلەن ، ھەرخىل ئەينەك يۈزلىرى ياكى باشقا نازۇك ئۈپتىك تەكشىلىكلەرنى سىلىقلاپ ياسىغاندا ، تەكشىلىكنىڭ تەكشى بولۇش دەرىجىسىنى ئىنتېرفېرېنسىيە ئۇسۇلى ئارقىلىق تەكشۈرۈشكە بولىدۇ . 20 .5ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك ، تەكشۈرۈلىدىغان تەكشىلىك ئۈستىگە بىر سۈزۈك ئۆلگە تاختىنى قويۇپ ، ئۆلگە تاختىنىڭ بىر ئۇچىغا نېپىز پلاستىنكىنى قىستۇرۇپ قويۇپ ، ئۆلگە تاختىنىڭ ئۆلچەملىك تەكشىلىكى بىلەن ئۆلچىنىدىغان تەكشىلىك ئارىسىدا بىر شىنا شەكىللىك نېپىز ھاۋا قەۋىتىنى ھاسىل قىلىشقا بولىدۇ . يەككە رەڭلىك نۇرنى ئۈستىدىن چۈشۈرگەندە ، ھاۋا قەۋىتىنىڭ ئاستى ـ ئۈستى ئىككى يۈزىدىن قايتقان ئىككى قاتار دولقۇن ئىنتېرفېرېنسىيە ھاسىل قىلىدۇ ، ھاۋا قەۋىتىنىڭ قېلىنلىقى ئوخشاش بولغان جايدا ئىككى قاتار دولقۇننىڭ پەرقى ئوخشاش بولۇپ ، ئىككى قاتار دولقۇن قاتلانغاندا كۈچىيىش ياكى ئاجىزلىشىش ئەھۋالىمۇ ئوخشاش بولىدۇ . شۇنىڭ ئۈچۈن ئۆلچىنىدىغان سىرتقى يۈز تەكشى بولسا ، ئىنتېرفېرېنسىيە ئىزلىرى بىر گۇرۇپپا پاراللېل تۈز سىزىقلاردىن ئىبارەت بولىدۇ (20 . 6 ـ رەسىم A) . ئەگەر ئىنتېرفېرېنسىيە ئىزلىرى ئەگرى بولسا ، بۇ ئۆلچەنگەن سىرتقى يۈزنىڭ تەكشى ئەمەسلىكىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ (20 .6ـ رەسىم B) . بۇنداق ئۆلچەشنىڭ توغرىلىق دەرىجىسى 10^{-6} cm غا يېتىدۇ .



A B

20 .6ـ رەسىم . ئىنتېرفېرېنسىيە ئىزلىرىدىن ئۆلچىنىدىغان سىرتقى يۈزنىڭ تەكشى ياكى تەكشى ئەمەسلىكىگە ھۆكۈم قىلىشقا بولىدۇ .



20 .5 ـ رەسىم . ئۆلگە تاختىنىڭ ئۆلچەملىك تەكشىلىكى بىلەن تەكشۈرۈلىدىغان تەكشىلىكتىن قايتقان يورۇقلۇقلار قاتلىنىپ ، بەزى ئورۇنلاردا كۈچىيىدۇ ، بەزى ئورۇنلاردا ئاجىزلىشىدۇ .

ئىككى دانە تەكشى ئەينەك تاختىنى بارماقلىرىمىز بىلەن چىڭ قىسىپ بىرلەشتۈرسەك ، ئەينەك تاختا يۈزىدىن نۇرغۇنلىغان رەڭلىك ئىزلارنى كۆرەلەيمىز . بارماقلىرىمىز ئارقىلىق ئىشلەتكەن كۈچنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىنى ئۆزگەرتسەك ، ئىزلارنىڭ رەڭگى ۋە شەكلىمۇ ئۆزگىرىدۇ . بۇ ھادىسىنى كۆزىتىڭ ھەمدە بۇ ھادىسىنىڭ كېلىپ چىقىشىنىڭ سەۋەبىنى مۇلاھىزە قىلىڭ .

1 ـ مەشىق

(1) ئاق يورۇقلۇقتىن پايدىلىنىپ قوش يوچۇق ئىنتېرفېرېنسىيە تەجرىبىسىنى ئىشلىگەندە، كۆپلىگەن يورۇق ئىزلار رەڭلىك بولۇپ، نېمە ئۈچۈن ئوتتۇرىسىدىكى بىر تال يورۇق ئىز ئاق بولىدۇ؟

(2) رەڭسىز سوپۇن سۈيۇقلۇقىنىڭ ماغزىپىدىن پۈۋلەپ چىقىرىلغان كۆپۈكچىلەر نېمە ئۈچۈن رەڭلىك بولىدۇ؟

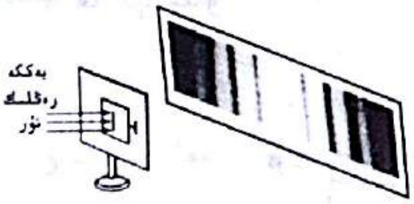
(3) يامغۇردىن كېيىن تاشيوللارغا يىغىلىپ قالغان سۇ ئۈستىدە نېپىز ماي قەۋىتى لەيلەپ يۈرىدۇ، بۇنىڭدا نۇرغۇن رەڭلىك ئىزلار كۆرۈنىدۇ، بۇلارنىڭ ئىچىدە بىر تال يېشىل ئىز ۋە بۇنىڭغا قوشنا بىر تال كۆك ئىز بار بولىدۇ. بۇ ئىككى ئىز تۇرغان جاينىڭ نەرىدە ماي قەۋىتى تېخىمۇ نېپىز بولىدۇ؟ نېمە ئۈچۈن؟

§ 2 . يورۇقلۇقنىڭ دىفراكسىيىسى

بىزگە مەلۇم، دولقۇن توسالغۇ جىسىمدىن ئايلىنىپ ئۆتۈپ دىفراكسىيە ھاسىل قىلالايدۇ، شۇنداقلا مۇئەييەن شەرت ئاستىدا ئاندىن دولقۇننىڭ دىفراكسىيە ھادىسىسىنى روشەن ھالدا كۆزەتكىلى بولىدۇ. يورۇقلۇقمۇ بىرخىل دولقۇن ئىكەن. ئۇنداقتا، نېمە ئۈچۈن كۈندىلىك تۇرمۇشتا يورۇقلۇقنىڭ دىفراكسىيىسىنى كۆزىتەلمەيمىز؟ يۇقىرىدا سۆزلەپ ئۆتكەن يورۇقلۇقنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيە ھادىسىسىدىن مەلۇمكى، يورۇقلۇقنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ناھايىتى قىسقا بولىدۇ، يەنى ئوندىن نەچچە مىكرومېتىرلا بولىدۇ، ئادەتتىكى جىسىملار ئۇنىڭدىن كۆپ چوڭ بولغاچقا، يورۇقلۇقنىڭ دىفراكسىيە ھادىسىسىنى كۆرۈش ناھايىتى تەس. ئەمما يورۇقلۇق يىڭنە تۆشۈكى، تار يوچۇق ياكى ئىنچىكە سىملارغا چۈشكەندە، يورۇقلۇقنىڭ دىفراكسىيە ھادىسىسىنى ئوچۇق كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ.

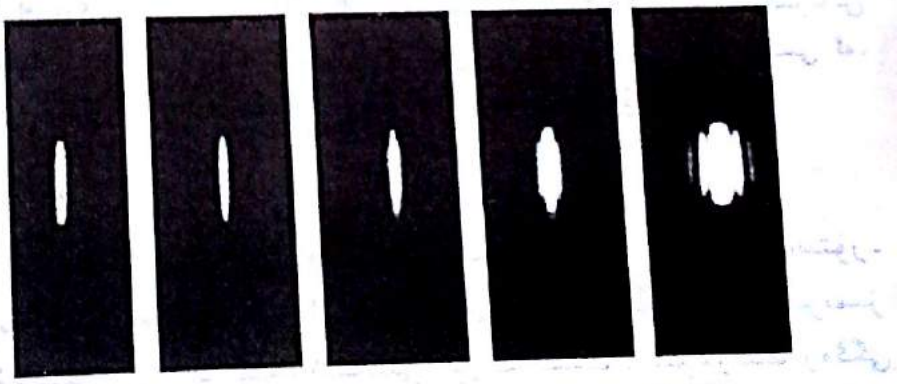
روشەن دىفراكسىيىنى ھاسىل قىلىشنىڭ شەرتى نېمە ئىكەنلىكىنى ئەسلەپ كۆرۈڭ.

يورۇقلۇق ئۆتكۈزمەيدىغان توسۇق تاختىغا كەڭلىكىنى تەڭشەشكە بولىدىغان بىر تار يوچۇق ئورنىتىپ، يوچۇقنىڭ كەينىگە بىر ئېكراننى قويىمىز (7.20 ـ رەسىم).



7.20 ـ رەسىم

يوچۇق تارلاشقاندىن كېيىن، ئۇنىڭدىن ئۆتىدىغان يورۇقلۇق ئېنېرگىيىسى ئازلاپ كېتىپ، يورۇش دەرىجىسى تۆۋەنلەپ قالىدۇ. بۇنى پەرەز قىلىپ يېتىشكە بولىدۇ.



8.20 ـ رەسىم. يەككە (بىر) يوچۇقتىكى دىفراكسىيە

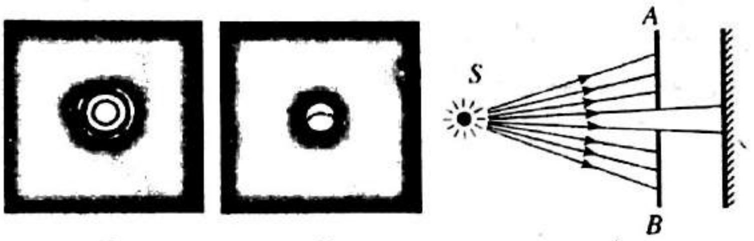
يۇقىرىدىكى بۇ سۈرەتلەرنى تارتىشتا بىر دەستە پاراللېل قىزىل نۇر ئىشلىتىلدى. سولدىن ئوڭغا قاراپ تارىيوچۇقنىڭ كەڭلىكى ئايرىم ـ ئايرىم 1.5mm ، 0.7mm ، 0.4mm ، 0.2mm ۋە 0.1mm

پاراللېل يەككە رەڭلىك نۇرلارنى بۇ تار يوچۇققا چۈشۈرسەك، يوچۇق بىرقەدەر كەڭ بولغاندا،

نۇرلار تۇز سىزىق يۆنىلىشىنى بويلاپ تار يوچۇقتىن ئۆتۈپ ، ئېكراندا كەڭلىكى يوچۇقنىڭ كەڭلىكىچە كېلىدىغان بىر يورۇق سىزىق هاسىل بولغانلىقىنى كۆرەلەيمىز .لېكىن يوچۇق ناهايىتى تاربولغاندا ، گەرچە يورۇق سىزىقنىڭ يورۇش دەرىجىسى ئازراق تۆۋەنلىسمۇ ، ئەمما ، كەڭلىكى ئەكسىچە چوڭىيىدۇ . بۇ ، نۇر تۈز سىزىق بويىچە تارقالماي ، يوچۇقنىڭ چېتىدىن ئايلىنىپ ئۆتۈپ خېلى كەڭلىكتىكى جايغا تارقىلىپ بارغانلىقىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ . مانا بۇ يورۇقلۇقنىڭ دىفراكسىيە هادىسىسى . 20 .8ـ رەسىم بىر قېتىملىق تەجرىبىدە تارتىلغان يەككە يوچۇقتىكى دىفراكسىيىنىڭ سۈرىتى .

رەسىمدىن كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى ، يوچۇق قانچە تار بولسا ، دىفراكسىيىدىن كېيىن ئېكراندا هاسىل بولغان مەركىزىي يورۇق ئىز شۇنچە كەڭ بولىدۇ . 2 ـ رەڭلىك رەسىمدىنمۇ بۇ نۇقتىنى كۆرەلەيمىز .

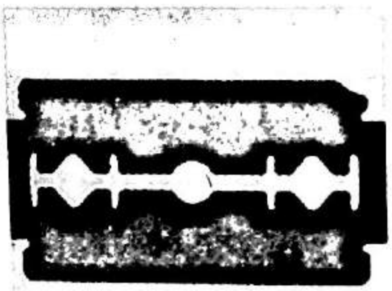
نۇقتىۋى يورۇقلۇق مەنبەسىدىن چوڭراق بىر دۈگىلەك تۆشۈكى بار توسۇق تاختا AB غا يورۇقلۇق چۈشۈرسەك ، كەينىدىكى ئېكراندا چەمبەر شەكىللىك يورۇق ئىز هاسىل بولىدۇ . بۇنىڭ دىئامېتىرىغا يورۇقلۇقنىڭ تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىش قانۇنىيىتىگە ئاساسەن گرافىك سىزىش ئارقىلىق ئېرىشكىلى بولىدۇ (20 .9 ـ رەسىم A ، B) . ئەمما دۈگىلەك تۆشۈك كىچىكلەپ بەلگىلىك دەرىجىگە يەتكەندە ، ئېكراندا ، يورۇقلۇق يېتىپ بارغان دائىرىنىڭ ئۇنىڭ تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىشىدىن يورۇتۇلغان دائىرىدىن ئېشىپ كېتىدىغانلىقىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ (20 .9 ـ رەسىم C) . مانا بۇ دۈگىلەك تۆشۈكتىكى دىفراكسىيە .



C B A

9 .20 ـ رەسىم . A ، B . تۆشۈك چوڭراق بولغاندا ، ئېكراندا ئېنىق يورۇق ئىز بارلىققا كېلىدۇ .
C . تۆشۈك ناهايىتى كىچىك بولغاندا ، ئېكراندا دىفراكسىيە ئىزلىرى بارلىققا كېلىدۇ .

ساۋاقداشلار يەككە يوچۇق دىفراكسىيىسى ۋە دۈگىلەك تۆشۈك دىفراكسىيىسىنىڭ سۈرىتىدە يورۇق سىزىق هەم خىرە سىزىقلارنىڭ مەۋجۇت ئىكەنلىكىگە دىققەت قىلغان بولۇشى مۇمكىن . بۇ ، يەككە يوچۇق ياكى دۈگىلەك تۆشۈكنىڭ ئوخشاش بولمىغان ئورۇنلىرىدىن كەلگەن يورۇقلۇقلار ئېكراندا قاتلانغاندىن كېيىن يورۇقلۇق دولقۇنلىرىنىڭ كۈچەيگەنلىكى ياكى ئاجىزلاشقانلىقىنىڭ نەتىجىسىدىن بولىدۇ . بۇ پرىنسىپ ئىككى قاتار دولقۇننىڭ ئىنتېرفېرېنسىيىلىشىشىدىكى پرىنسىپقا ئوخشاپ كېتىدۇ . ئەگەر ئاق يورۇقلۇقتىن پايدىلىنىپ دىفراكسىيە تەجرىبىسىنى ئىشلىسەك ، كېلىپ چىققان يورۇق سىزىق رەڭلىك بولىدۇ . بۇمۇ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ئوخشاش بولمىغان يورۇقلۇقلارنىڭ ئوخشاش بولمىغان ئورۇنلاردا كۈچەيگەنلىكىدىن بولىدۇ .

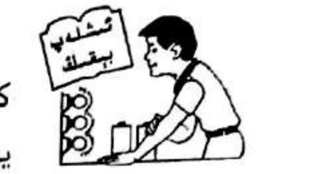


20 .10 ـ رەسىم . يورۇقلۇقنىڭ بىرىتىۋانىڭ چۆرىسىدىن ئۆتكەندىكى دىفراكسىيىسى

شەكلى ئوخشاش بولمىغان هەرخىل توسالغۇ جىسىملار ئارقىلىقمۇ يورۇقلۇق دىفراكسىيىسىنى هاسىل قىلىشقا بولىدۇ ، نەتىجىدە توسالغۇ جىسىمنىڭ سايىسىنىڭ ئىزناسى غۇۋالىشىپ ، يورۇق ـ خىرە ئارىلاپ كەلگەن ئىزلار بارلىققا كېلىدۇ . 20 .10ـ رەسىمدىكىسى بىرىتىۋا (ساقال ئېلىش تىغى)نىڭ سايىسى بولۇپ ، ئۇنىڭ چۆرىسىدىن دىفراكسىيىلىنىشتىن هاسىل بولغان ئىزلارنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ .

دىفراكسىيە هادىسىسىگە دائىر تەتقىقاتلار شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى ، بىز يۇقىرىدا سۆزلەپ ئۆتكەن «يورۇقلۇقنىڭ تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىشى»— پەقەت بىرخىل

ئالاھىدە ئەھۋالدىن ئىبارەت . يورۇقلۇق توسالغۇ جىسىم بولمىغان بىر تەكشى مۇھىتتىلا تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىدۇ ، توسالغۇ جىسىمنىڭ ئۆلچىمى يورۇقلۇقنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىن كۆپ چوڭ بولغان ئەھۋالدا ، دىفراكسىيە ھادىسىسى روشەن بولمايدۇ ، يەنى يورۇقلۇق تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىدۇ دەپ قاراشقا بولىدۇ . ئەمما توسالغۇ جىسىمنىڭ ئۆلچىمى يورۇقلۇقنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىغا سېلىشتۇرۇشقا بولىدىغان دەرىجىدە بولغان ، ھەتتا يورۇقلۇقنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىنمۇ كىچىك بولغان چاغدا ، دىفراكسىيە ھادىسىسى ناھايىتى روشەن بولىدۇ . بۇ چاغدا يورۇقلۇق تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىدۇ دېگىلى بولمايدۇ .

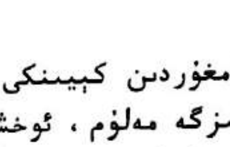


ئىككى تال قېرىنداش قەلەمنىڭ ئوتتۇرىسىدىن بىر تال يوچۇق قالدۇرۇپ جۈپلەپ كۆز ئالدىمىزدا تۇتۇپ ، بۇ تار يوچۇقتىن يىراقتىكى كۈن نۇرلۇق لامپىغا قاراپ ، تار يوچۇقنىڭ يۆنىلىشىنى لامپا نېيى بىلەن پاراللېل قىلساق ، پاراللېل رەڭلىك ئىزلارنى كۆرەلەيمىز . نېمە ئۈچۈن بۇ ئىزلار بارلىققا كېلىدۇ ؟

2 ـ مەشىق

(1) يامغۇردىن كېيىنكى تاشيوللاردىكى سۇ يۈزىدە كۆرۈنىدىغان رەڭلىك ئىزلار________ .

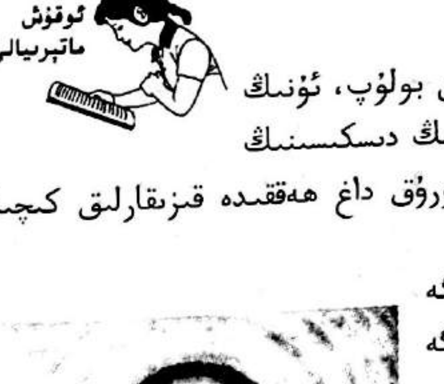
(2) بىزگە مەلۇم ، ئوخشاش بولمىغان رەڭلىك نۇرلارنىڭ ئوخشاش مۇھىتتىكى دولقۇن ئۇزۇنلۇقلىرى ئوخشاش بولمايدۇ . ئۇنداقتا ، ئوخشاش خىل رەڭلىك نۇرلارنىڭ ئوخشاش بولمىغان مۇھىتلاردىكى دولقۇن ئۇزۇنلۇقلىرى ئوخشاش بولامدۇ؟ نېمە ئۈچۈن ؟



ئوقۇش ماتېرىيالى

پۇئاسسون يورۇق دېغى

11.20 ـ رەسىمدە يورۇقلۇق ئۆتكۈزمەيدىغان دىسكىنىڭ سايىسى كۆرسىتىلگەن بولۇپ، ئۇنىڭ مەركىزىدىكى يورۇق داغ (يورۇق نۇقتا)غا ئالاھىدە دىققەت قىلساق، بۇ يورۇقلۇقلارنىڭ دىسكىنىڭ چۆرىسىنى ئايلىنىپ ئۆتۈپ مۇشۇ جايدا قاتلىنىشىدىن شەكىللەنگەن بولىدۇ. بۇ يورۇق داغ ھەققىدە قىزىقارلىق كىچىك بىر ھېكايە بار.



11 .20 ـ رەسىم

1818 ـ يىلى فرانسىيىدىكى پارىژ پەنلەر ئاكادېمىيىسى دىفراكسىيە مەسىلىسىگە بولغان تەتقىقاتلارغا ئىلھام بېرىش ئۈچۈن، مۇشۇ جەھەتتىكى ئىلمىي ماقالىلەرگە مۇكاپات بېرىدىغانلىقىنى ئېلان قىلغان. بىر ياش فىزىكا ئالىمى فرېنېل دولقۇن تەلىماتى بويىچە يورۇقلۇقنىڭ دىفراكسىيە ھادىسىسىنى چوڭقۇر تەتقىق قىلىپ، دىفراكسىيە مەسىلىسىنى ئەتراپلىق ھەل قىلىدىغان ماتېماتىكىلىق ئۇسۇلنى ئوتتۇرىغا قويغان. ئەينى ۋاقىتتىكى يەنە بىر فرانسىيىلىك ئالىم پۇئاسسون يورۇقلۇقنىڭ دولقۇن تەلىماتىغا قارشى ئىدى. ئۇ فرېنېلنىڭ نەزەرىيىسىگە ئاساسەن يورۇقلۇقنىڭ دىسكىنىڭ كەينىدىكى سايە-سى مەسىلىسىنى ھېسابلاپ چىقىپ، بەلگىلىك دولقۇن ئۇزۇنلۇقى، مۇۋاپىق ئارىلىقتا سايىنىڭ مەركىزىدە بىر يورۇق داغنىڭ بارلىققا كېلىدىغانلىقىنى بايقىغان! پۇئاسسون بۇنى ئىنتايىن بىمەنىلىك دەپ قارىغان ھەم بۇنىڭ بىلەن يورۇقلۇقنىڭ دولقۇنلۇق تەلىماتىنى مات قىلدىم دەپ تونۇغان. لېكىن مۇسابىقىنىڭ ھالقىلىق پەيتىدە فرېنېل تەجرىبىدە بۇ يورۇق داغنى كۆرسىتىپ چىققان. شۇنىڭ بىلەن پۇئاسسوننىڭ ھېسابلىشى ئەكسىچە، دولقۇنلۇق تەلىماتىنى قوللاپ قالغان. كېيىنكى كىشىلەر بۇ مەنىلىك ۋەقەنى خاتىرىلەش ئۈچۈن، بۇ يورۇق داغنى پۇئاسسون يورۇق دېغى دەپ ئاتىغان.

§ 3 . يورۇقلۇقنىڭ ئېلېكتر ماگنىت تەلىماتى

يورۇقلۇقنىڭ ئېلېكتر ماگنىت تەلىماتى يورۇقلۇقنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيە ۋە دىفراكسىيە ھادىسىلىرى يورۇقلۇقنىڭ بىرخىل دولقۇن ئىكەنلىكىنى شەكسىز ئىسپاتلىدى.

19 - ئەسىرنىڭ ئوتتۇرىلىرىغا كەلگەندە، يورۇقلۇقنىڭ دولقۇن تەلىماتى ھەممىنىڭ ئېتراپ قىلىشىغا ئېرىشتى. لېكىن يورۇقلۇق قانداق خۇسۇسىيەتلىك دولقۇن؟ ئەجەبا سۇ دولقۇنىغا ئوخشامدۇ؟ ئاۋاز دولقۇنىغا ئوخشامدۇ؟ يورۇقلۇق دولقۇنىنىڭ ماھىيىتى نېمىدىن ئىبارەت، دېگەن بۇ مەسىلە يەنىلا ھەل بولمىدى. شۇ چاغلاردا كىشىلەر ھامان مېخانىك دولقۇننىڭ مودېلى بويىچە يورۇقلۇق دولقۇنىنى مەلۇم خىل ئېلاستىك مۇھىتتا تارقىلىدىغان تەۋرىنىشتىن ئىبارەت، دەپ قاراشقا ئادەتلىنىپ قالغان. 19 - ئەسىرنىڭ 60 - يىللىرىغا كەلگەندە، ماكسۋېل ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ مەۋجۇتلۇقىنى ئالدىن ئېيتقان ھەمدە ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ ۋاكۇئۇمدىكى تارقىلىش تېزلىكىنىڭ $3.11\times10^8 m/s$ بولىدىغانلىقىغا نەزەرىيە جەھەتتىن ئېرىشكەن. ئەينى ۋاقىتتا تەجرىبىدە ئۆلچەپ ئېرىشىلگەن يورۇقلۇقنىڭ تېزلىكى $3.15\times10^8 m/s$ بولۇپ، بۇ ئىككى سانلىق قىممەت ئىنتايىن يېقىنلاشقان ئىدى.

ماكسۋېل بۇ بىرخىل تاسادىپىي ماس كېلىپ قالغانلىق بولماستىن، بۇ يورۇقلۇق بىلەن ئېلېكتر ماگنىت ھادىسىلىرى ئارىسىدا ماھىيەتلىك باغلىنىش بارلىقىنى كۆرسىتىپ بەردى دەپ قارىغان. بۇنىڭدىن ئۇ يورۇقلۇقنىڭ ماھىيەت جەھەتتىن بىرخىل ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنى ئىكەنلىكىنى ئوتتۇرىغا قويغان. مانا بۇ يورۇقلۇقنىڭ ئېلېكتر ماگنىت تەلىماتى، 1886~1888 - يىللىرى ھېرتس بىر قاتار تەجرىبىلەرنى ئىشلەپ، ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ مەۋجۇتلۇقىنى ئىسپاتلىغان ھەمدە تەجرىبىدە ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ چاستوتىسى ۋە دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنى ئۆلچەپ چىقىپ، بۇنىڭدىن ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ تارقىلىش تېزلىكىنى ھېسابلاپ، ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنى تېزلىكىنىڭ ھەقىقەتەن يورۇقلۇق تېزلىكىگە ئوخشاش ئىكەنلىكىنى بايقىغان. شۇنىڭ بىلەن يورۇقلۇقنىڭ ئېلېكتر ماگنىت تەلىماتىنىڭ توغرىلىقى ئىسپاتلانغان.

ئىنفرا قىزىل نۇر ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىدىكى ئادەمنىڭ كۆزىگە تەسىر قىلالايدىغان ھەمدە كۆرۈش سېزىمىنى قوزغىيالايدىغىنى پەقەتلا ناھايىتى تار بىر دولقۇن بۆلىكىدىنلا ئىبارەت بولۇپ، ئادەتتە بۇ كۆرۈنىدىغان نۇر دەپ ئاتىلىدۇ. بۇ بابنىڭ بىرىنچى پاراگرافىدىكى جەدۋەلدىن كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى، بۇلارنىڭ ئىچىدىكى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ئەڭ قىسقا بولغىنى بىنەپشە نۇر بولۇپ، ئۇنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى تەخمىنەن 400nm، دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ئەڭ ئۇزۇن بولغىنى قىزىل نۇر بولۇپ، ئۇنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى تەخمىنەن 770nm، دولقۇن ئۇزۇنلۇقى تېخىمۇ ئۇزۇن بولغان يورۇقلۇق (نۇر) كۆرۈش سېزىمىنى قوزغىيالمايدۇ، بۇ، ئىنفرا قىزىل نۇر دەپ ئاتىلىدۇ. ئىنفرا قىزىل نۇرنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنىڭ دائىرىسى ناھايىتى كەڭ بولۇپ، تەخمىنەن 10^6nm~770nm بولىدۇ.

بارلىق جىسىملار، جۇملىدىن يەر - زېمىن، ئادەم بەدىنى، زىرائەتلەر ۋە ئاپتوموبىل - پاراخوتلارنىڭ ھەممىسى ئىنفرا قىزىل نۇرنى رادىئاتسىيەلەپ چىقىرىدۇ. جىسىمنىڭ تېمپېراتۇرىسى قانچە يۇقىرى بولسا، ئۇنىڭ رادىئاتسىيەلەپ چىقىرىدىغان ئىنفرا قىزىل نۇرى شۇنچە كۈچلۈك بولۇپ، دولقۇن ئۇزۇنلۇقى شۇنچە قىسقا بولىدۇ. تېرمولوگىيىدە (ئىسسىقلىق ئىلمىدە) سۆزلىنىدىغان ئىسسىقلىق رادىئاتسىيىسى ئىنفرا قىزىل نۇر رادىئاتسىيىسىنى كۆرسىتىدۇ. ئۇ بولسا ئىسسىقلىق تارقىتىشنىڭ ئۇسۇللىرىنىڭ بىرى ھېسابلىنىدۇ.

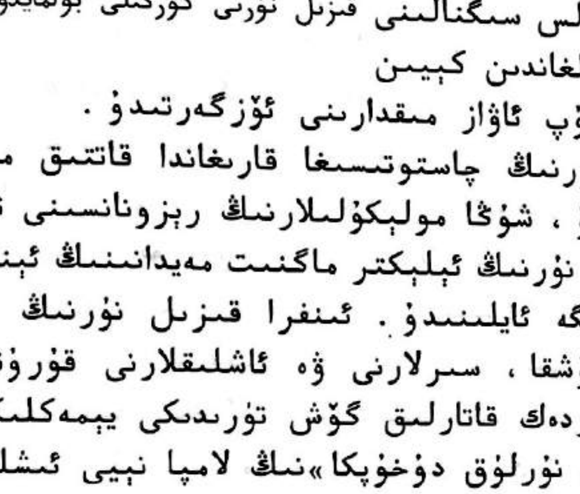
سەزگۈر ئىنفرا قىزىل نۇرلۇق تەكشۈرۈش ئەسۋابىدىن پايدىلىنىپ جىسىم چىقارغان ئىنفرا قىزىل نۇرنى قوبۇل قىلىپ، ئاندىن ئېلېكترونلۇق ئەسۋاب ئارقىلىق قوبۇل قىلىنغان سىگناللارنى بىر تەرەپ

قىلىپ ، تەكشۈرۈلىدىغان جىسىمنىڭ ئالاھىدىلىكىنى تەكشۈرۈپ بىلىشكە بولىدۇ . بۇنداق تېخنىكا ئىنفرا قىزىل نۇر ئارقىلىق يىراقتىن سېزىش دەپ ئاتىلىدۇ (3 ـ رەڭلىك رەسىم) . ئىنفرا قىزىل نۇر ئارقىلىق يىراقتىن سېزىش تېخنىكىسىدىن پايدىلىنىپ ئايروپىلان ياكى سۈنئىي ھەمراھ ئارقىلىق يەر ئىسسىقلىقىنى ئۆلچەشكە ، سۇ مەنبەلىرىنى تېپىشقا ، زىرائەتلەرنىڭ ئۆسۈش ئەھۋالى ۋە ئېلىنىدىغان مەھسۇلاتىنى مۆلچەرلەشكە بولىدۇ . ئەگەر ئىنفرا قىزىل نۇرلۇق سۈرەت ئېلىش ئارقىلىق ئادەم بەدىنىنىڭ تەسۋىرى «ئىسسىقلىق گرافىكى»ئىشلەپ چىقىلسا (5ـرەڭلىكرەسىم) ، تېرە ھاسىل قىلىنىپ ، بەدەن سىرتىنىڭ تېمپېراتۇرىسىنىڭ ئىنتايىن كىچىك پەرقىدىن پايدىلىنىپ ئادەم بەدىنىنىڭ سالامەتلىك ئەھۋالىغا ھۆكۈم قىلغىلى بولىدۇ .

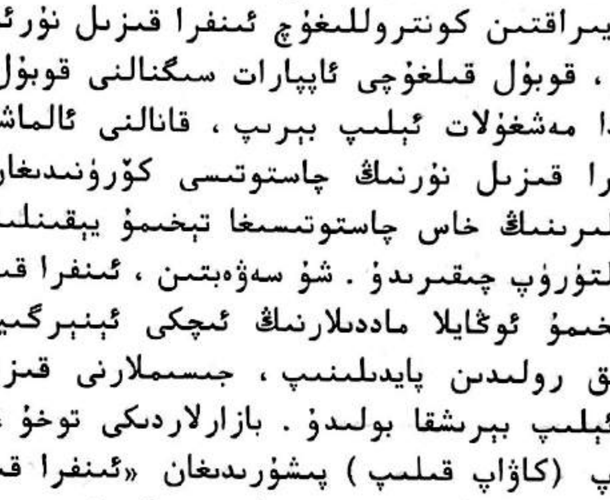
ئىنفرا قىزىل نۇر يەنە يىراقتىن كونترول قىلىشقا ئىشلىتىلىدۇ . مەسىلەن ، يىراقتىن كونترول قىلىنىدىغان تېلېۋىزور ، سىنئالغۇ قاتارلىقلار . يىراقتىن كونتروللىغۇچ (20 .12ـ رەسىم) دىكى كۇنۇپكىنى باسقاندا ، يىراقتىن كونتروللىغۇچ ئىنفرا قىزىل نۇرئىمپۇلس سىگنالىنى چىقىرىدۇ ، قوبۇل قىلغۇچى ئاپپارات سىگنالنى قوبۇل قىلغاندىن كېيىن ماس ھالدا مەشغۇلات ئېلىپ بېرىپ ، قانالنى ئالماشتۇرۇپ ئاۋاز مىقدارىنى ئۆزگەرتىدۇ .

دۇخۇپكىدىكى قىزىل نۇرنى ئىنفرا قىزىل نۇر دەپ قالماسلىق كېرەك! ئىنفرا قىزىل نۇرنى كۆرگىلى بولمايدۇ.

ئىنفرا قىزىل نۇرنىڭ چاستوتىسى كۆرۈنىدىغان نۇرنىڭ چاستوتىسىغا قارىغاندا قاتتىق ماددىلار مولېكۇلىلىرىنىڭ خاس چاستوتىسىغا تېخىمۇ يېقىنلىشىدۇ ، شۇڭا مولېكۇلىلارنىڭ رېزونانسىنى تېخىمۇ ئوڭاي كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ . شۇ سەۋەبتىن ، ئىنفرا قىزىل نۇرنىڭ ئېلېكتر ماگنىت مەيدانىنىڭ ئېنېرگىيىسى تېخىمۇ ئوڭايلا ماددىلارنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىدۇ . ئىنفرا قىزىل نۇرنىڭ بۇنداق ئىسسىقلىق رولىدىن پايدىلىنىپ ، جىسىملارنى قىزدۇرۇشقا ، سىرلارنى ۋە ئاشلىقلارنى قۇرۇتۇشقا ، داۋالاش ئېلىپ بېرىشقا بولىدۇ . بازارلاردىكى توخۇ ، ئۆردەك قاتارلىق گۆش تۈرىدىكى يېمەكلىكلەرنى قىزدۇرۇپ (كاۋاپ قىلىپ) پىشۇرىدىغان «ئىنفرا قىزىل نۇرلۇق دۇخۇپكا»نىڭ لامپا نەيچە ئىشلىگەندە چىقىرىدىغان يورۇقلۇق كۆرۈنىدىغان قىزىل نۇردىن تارتىپ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ناھايىتى ئۇزۇن بولغان ئىنفرا قىزىل نۇرنى ئۆز ئىچىگە ئالىدۇ ، قىزدۇرۇش رولى ئاساسلىقى بۇلارنىڭ ئىچىدىكى ئۇزۇن دولقۇنلۇق ئىنفرا قىزىل نۇر ئارقىلىق ئەمەلگە ئاشۇرۇلىدۇ . نامىمۇ مۇشۇنىڭدىن كەلگەن .



20 .13ـ رەسىم



20 .12ـ رەسىم

ئۇلترا بىنەپشە نۇر ئۇلترا بىنەپشە نۇرمۇ بىرخىل كۆرۈنمەيدىغان نۇردىن ئىبارەت . ئۇنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى بىنەپشە نۇرنىڭكىدىنمۇ قىسقا بولۇپ ، تەخمىنەن 400nm～5nm غىچە بولىدۇ . ئۇلترا بىنەپشە نۇر يالتىرىتىش رولىغا ئىگە . بەزى ماددىلارغا ئۇلترا بىنەپشە نۇر چۈشكەندە ،ئۇلار كۆرۈنىدىغان نۇر چىقىرالايدۇ . كۈن نۇرلۇق لامپىنىڭ لامپا دىۋارىغا بىرخىل يالتىراق ماددا سۈركەپ قويۇلىدۇ . چوڭ سوملۇق پۇللاردىمۇ يالتىراق ماددىدىن پايدىلىنىپ بېسىلغان خەتلەر بولۇپ ، كۆرۈنىدىغان نۇر ئاستىدا كۆز بىلەن كۆرگىلى بولمايدۇ ، ئۇلترا بىنەپشە نۇرنى چۈشۈرگەندە ، ئاندىن كۆرۈنىدىغان نۇرنى چىقىرىدۇ ، بۇ ساختىلىقتىن قوغدىنىشنىڭ بىرخىل تەدبىرى (20 .3 ـ رەسىم) . ئۇلترا بىنەپشە نۇر ئادەم بەدىنىنىڭ ۋىتامىن D نى سىنتېزلىشىنى ئىلگىرى سۈرىدۇ . بۇخىل ۋىتامىنىنىڭ ئادەم بەدىنىنىڭ كالتسىيىنى سۈمۈرۈ-

شىگە ياردىمى بولىدۇ. شۇڭا باللار ئاپتاپتا قاقلىنىپ تۇرسا كالتسىي يېتىشمەسلىكتىن كېلىپ چىقىدىغان راخىت كېسەللىكىدىن ساقلىنالايدۇ. ئەمما ھەددىدىن ئارتۇق ئۇلترا بىنەپشە نۇر تېرىنى يىرىكلەشتۈرۈۋېتىدۇ، ھەتتا تېرە راكىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ. بۇ نۇقتىغىمۇ دىققەت قىلىش كېرەك.

ئۇلترا بىنەپشە نۇر كۆپ خىل باكتېرىيەلەرنى ئۆلتۈرەلەيدۇ، شۇڭا دوختۇرخانىلاردا ۋە يېمەكلىك ماگىزىنلىرىدا دائىم ئۇلترا بىنەپشە نۇر ئارقىلىق دېزىنفېكسىيەلەش ئېلىپ بېرىلىدۇ.

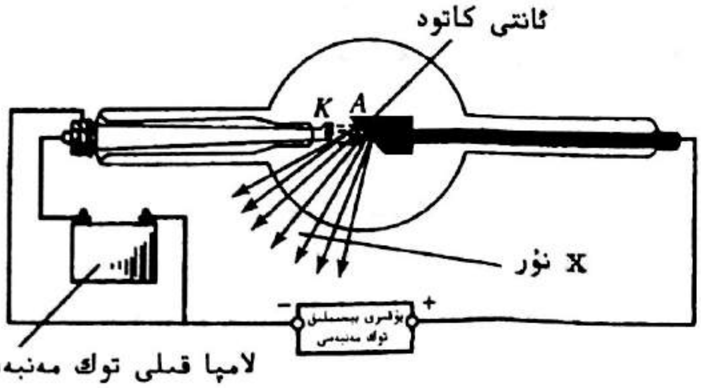
دېزىنفېكسىيە قىلىشتا ئىشلىتىلىدۇ. غان ئۇلترا بىنەپشە نۇر لامپىسى قارىماققا سۇس كۆك رەڭدە كۆرۈنىدۇ. بۇنىڭ سەۋەبى شۇكى، ئۇ كۆرۈنمەيدىغان ئۇلترا بىنەپشە نۇرنى چىقىرىپلا قالماستىن، يەنە ئاز مىقداردا بىنەپشە نۇر ۋە كۆك نۇر چىقىرىدۇ.

رېنتگېن نۇرى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ئۇلترا بىنەپشە نۇرنىڭكىدىنمۇ قىسقا بولغان نۇر رېنتگېن نۇرى دەپ ئاتىلىدۇ، يەنە X نۇر دەپمۇ ئاتىلىدۇ. رېنتگېن نۇرىنى گېرمانىيە فىزىكا ئالىمى رېنتگېن (1845~1923) 1895 ـ يىلى بايقىغان. ئۇنىڭ تېشىپ ئۆتۈش ئىقتىدارى ناھايىتى كۈچلۈك، قارا قەغەزگە ئورالغان فوتو سۈرەت لېنتىسىنى (نېگاتىپنى) نۇرلاندۇرالايدۇ. X نۇرنىڭ ماددىلارنى تېشىپ ئۆتۈش قابىلىيىتى ماددىلارنىڭ زىچلىقى بىلەن مۇناسىۋەتلىك بولغانلىقتىن، سانائەتتە بۇنىڭدىن پايدىلىنىپ مېتال دېتاللارنىڭ ئىچكى قىسمىدا قۇيما تۆشۈكچىلىرى، دەز ئىزلىرى قاتارلىق نۇقسانلارنىڭ بار ـ يوقلۇقىنى تەكشۈرۈشكە، مېدىتسىنادا ئۇنىڭدىن پايدىلىنىپ ئادەم بەدىنى ئىچكى ئەزالىرىنى كۆرۈپ تەكشۈرۈشكە ۋە سۆڭەك ئەھۋاللىرىنى تەكشۈرۈشكە بولىدۇ. 20.14 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگىنى رېنتگېن X نۇرنى بايقىغان ۋاقىتتا، يەنى 1895 ـ يىل 12 ـ ئاينىڭ 22 ـ كۈنى تەجرىبىخانىدا X نۇر ئارقىلىق تارتقان رەپىقىسىنىڭ قولىنىڭ سۈرىتى بولۇپ، بۇ دۇنيادىكى تۇنجى پارچە X نۇر ئارقىلىق تارتىلغان ئادەم بەدىنى سۈرىتى.

20.14 ـ رەسىم. دۇنيادىكى تۇنجى پارچە X نۇر ئارقىلىق تارتىلغان ئادەم قولى سۈرىتى

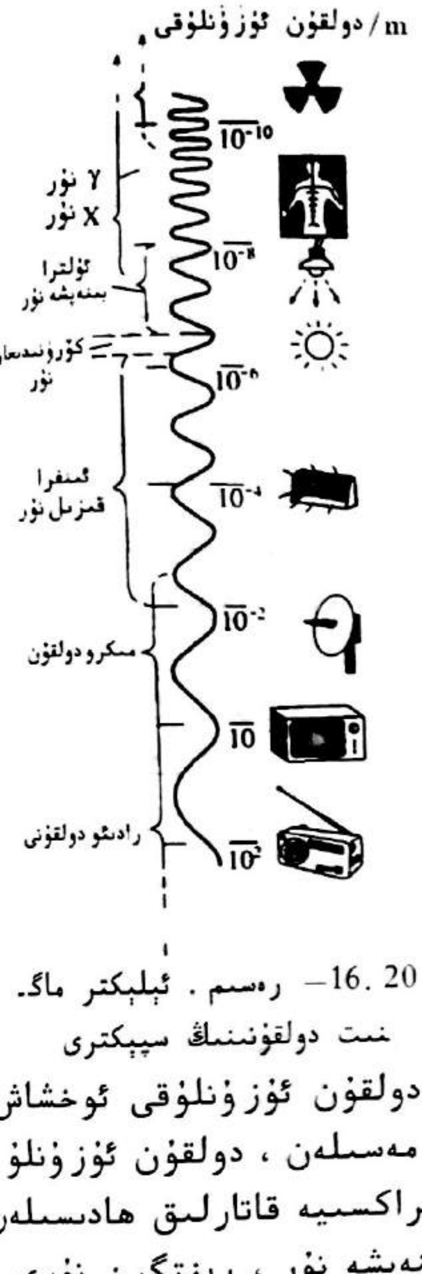
20.15 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگىنى X نۇر ھاسىل قىلىدىغان قۇرۇلما بولۇپ، X نۇر تۇرۇپكىسى (لامپىسى) دەپ ئاتىلىدۇ. رەسىمدىكى K كاتود، A ئانود (ئانتى كاتود دەپمۇ ئاتىلىدۇ). توك ئۆتكەندە، كاتودتىن چىقىرىلغان ئېلېكترونلار ئانتى كاتودقا ئۇرۇلۇپ، ئانتى كاتودتىن X نۇرلار قوزغىتىلىپ چىقىرىلىدۇ.

ئۇنىڭدىن باشقا، يەنە دولقۇن ئۇزۇنلۇقى رېنتگېن نۇرىنىڭكىدىنمۇ قىسقا بولغان ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنى بار، ئۇ بولسىمۇ γ نۇر بولۇپ، بىز بۇنى 23 ـ بابتا ئۆگىنىمىز.



20.15 ـ رەسىم. X نۇر تۇرۇپكىسى

ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ سپېكترى رادىئو دولقۇنلىرى ، ئىنفرا قىزىل نۇر ، كۆرۈنىدىغان نۇر ، ئۇلترا بىنەپشە نۇر ، رېنتگېن نۇرى ، γ نۇر قاتارلىقلار بىرلىشىپ دائىرىسى ئىنتايىن كەڭ بولغان ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ سپېكترىنى تۈزىدۇ (16.20 ـ رەسىم) . بۇنىڭدىكى ئەڭ ئۇزۇن دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ئەڭ قىسقا دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدنىڭ 10^{21} ھەسسىسىدىن يۇقىرى بولىدۇ . رەسىمدىن كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى ، ئۇزۇن دولقۇنلۇق ئىنفرا قىزىل نۇر مىكرو دولقۇن بىلەن قاتلىنىپ كەتكەن ، قىسقا دولقۇنلۇق ئۇلترا بىنەپشە نۇر رېنتگېن نۇرى دائىرىسىگە كىرىپ كەتكەن . رادىئو دولقۇنىدىن γ نۇرغىچە بولغان دولقۇنلارنىڭ ھەممىسى ماھىيەت جەھەتتىن ئوخشاش بولغان ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنلىرىدىن ئىبارەت بولۇپ ، ئۇلارنىڭ ھەرىكەت خاراكتېرى ئورتاق قانۇنىيەتكە بويسۇنىدۇ .



16.20 ـ رەسىم . ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ سپېكترى

ئوخشاش بولمىغان ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنلىرىنىڭ ھاسىل بولۇش مېخانىزمى ئوخشاش بولمايدۇ . رادىئو دولقۇنى تەۋرىنىش زەنجىرىدىكى ئەركىن ئېلېكترونلارنىڭ دەۋرىي ھەرىكەت قىلىشىدىن ھاسىل بولىدۇ ؛ ئىنفرا قىزىل نۇر ، كۆرۈنىدىغان نۇر ۋە ئۇلترا بىنەپشە نۇرلار ئاتومنىڭ سىرتقى قەۋەت ئېلېكترونلىرىنىڭ قوزغىتىلىشىدىن ھاسىل بولىدۇ ؛ رېنتگېن نۇرى ئاتومنىڭ ئىچكى قەۋەت ئېلېكترونلىرىنىڭ قوزغىتىلىشىدىن ھاسىل بولىدۇ ؛ γ نۇر بولسا ئاتوم يادروسىنىڭ قوزغىتىلىشىدىن ھاسىل بولىدۇ .

ئوخشاش بولمىغان ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنلىرىنىڭ چاستوتىسى ياكى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ئوخشاش بولمىغانلىقتىن ، ئۇلار يەنە ئوخشاش بولمىغان ئالاھىدىلىكلەرنى ئىپادىلەيدۇ . مەسىلەن ، دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ئۇزۇنراق بولغان رادىئو دولقۇنىدا ناھايىتى ئاسانلا ئىنتېرفېرېنسىيە ، دىفراكسىيە قاتارلىق ھادىسىلەر ئىپادىلىنىدۇ . ئەمما دولقۇن ئۇزۇنلۇقى بارغانسېرى قىسقا بولغان ئۇلترا بىنەپشە نۇر ، رېنتگېن نۇرى γ نۇر قاتارلىقلارنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيە ، دىفراكسىيە ھادىسىلىرىنى كۆزىتىشمۇ بارغانسېرى تەس بولىدۇ .

3 ـ مەشىق

(1) ھېرتس بىر قېتىملىق تەجرىبىدە ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ دەۋرى 1.4×10^{-8} s ، دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنىڭ يېرىمى 4.8m بولىدىغانلىقىنى ئۆلچەپ چىققان . بۇنىڭدىن ھېسابلاپ چىقىرىلغان ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ تېزلىكى قانچە بولىدۇ ؟

(2) شالدىراق يىلان ئىنفرا قىزىل نۇرنى سېزەلەيدۇ ، ئۇ كېچىسى نەرسىلەرنى «كۆرەلەمدۇ» ؟ نېمە ئۈچۈن ؟ «شالدىراق يىلان» ناملىق سىنارەد پاسسىپ باشقۇرۇلىدىغان (سىنارەد نىڭ ئۆزى ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنى چىقارمايدۇ ، نىشاننىڭ ئېلېكتر ماگنىت رادىئاتسىيىسىنى قوبۇل قىلىشقا تايىنىپ باشقۇرۇلىدۇ) ئاسماندىن ئاسمانغا قويۇپ بېرىلىدىغان سىنارەد بولۇپ ، ئۇ دۈشمەن ئايروپىلانى ماتورى رادىئاتسىيىلەپ چىقارغان ئىنفرا قىزىل نۇرنى سېزىشكە تايىنىپ نىشانغا ئېتىلىدۇ .

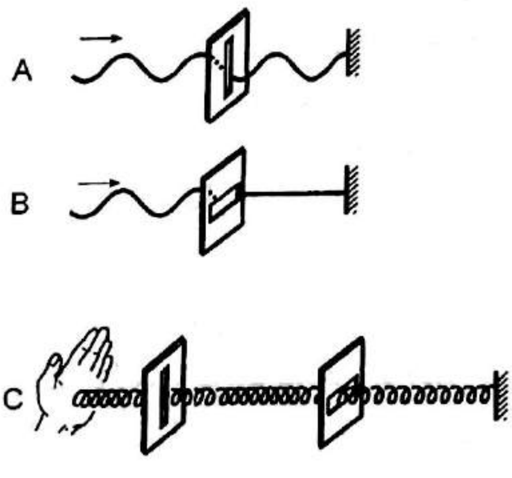
§ 4 . يورۇقلۇقنىڭ پولىيارىزاتسىيىسى

يورۇقلۇقنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيە ۋە دىفراكسىيە ھادىسىلىرى يورۇقلۇقنىڭ دولقۇنلۇق خۇسۇسىيەتكە ئىگە ئىكەنلىكىنى چۈشەندۈرۈپ بەردى . ئەمما بۇنىڭدىن يورۇقلۇقنىڭ توغرا دولقۇن ياكى بوي (تىك) دولقۇن ئىكەنلىكىنى ئېنىقلىغىلى بولمايدۇ . بۇ پاراگرافتا يورۇقلۇقنىڭ پولىيارىزاتسىيىلىنىش (ئېغىپ تەۋرىنىش) ھادىسىسىنى مۇھاكىمە قىلىپ ، يورۇقلۇقنىڭ توغرا دولقۇن ئىكەنلىكىنى چۈشەندۈرىمىز .

پولىيارىزاتسىيە ھادىسىسى بوي دولقۇندا ، تەۋرىنىش يۆنىلىشى ھامان دولقۇننىڭ تارقىلىش يۆنىلىشى بىلەن ئوخشاش بىر تۈز سىزىقتا بولىدۇ . توغرا دولقۇندا ، تەۋرىنىش يۆنىلىشى ھامان دولقۇننىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىگە تىك بولىدۇ ، ئەمما ئوخشاش بولمىغان توغرا دولقۇنلارنىڭ تەۋرىنىش يۆنىلىشى ئوخشاش بولمىسىمۇ بولىدۇ . مەسىلەن ، بىر قاتار توغرا دولقۇن گورىزونتال يۆنىلىشنى بويلاپ تارقالغاندا ، ماددىي نۇقتا ۋېرتىكال تەكشىلىكتە يۇقىرى - تۆۋەن يۆنىلىشلەرنى بويلاپ تەۋرىنىشى مۇمكىن ، شۇنداقلا ئوڭ - سول يۆنىلىشلەر بويىچە تەۋرىنىشى ھەم باشقا خالىغان يۆنىلىشلەر بويىچە تەۋرىنىشى مۇمكىن . ئەلۋەتتە ، بىر ئېنىق توغرا دولقۇننى ئېلىپ ئېيتقاندا ، ئۇنىڭ تەۋرىنىش يۆنىلىشى بەلگىلەنگەن بولىدۇ . مانا بۇ توغرا دولقۇننىڭ بوي دولقۇندىن پەرقى ، بىز بۇخىل پەرقتىن پايدىلىنىپ مەلۇم خىل دولقۇننىڭ توغرا دولقۇن ياكى بوي دولقۇن ئىكەنلىكىگە ھۆكۈم قىلالايمىز .

ئەمدى بىز مېخانىك دولقۇن ھەققىدىكى تەجرىبىگە قاراپ باقايلى .

تەجرىبە



17.20 ـ رەسىم

بىر تال يۇمشاق ئارغامچىنىڭ بىر ئۇچىنى تامغا مۇقىملاشتۇرۇپ، قولىمىزبىلەن ئۇنىڭ يەنە بىر ئۇچىنى تۇتۇپ يۇقىرى - تۆۋەنگە تەۋرىنىش قىلدۇرساق، ئارغامچىدا بىر قاتار توغرا دولقۇن شەكىللىنىپ، ماددىي نۇقتا ۋېرتىكال تەكشىلىكتە يۇقىرى - تۆۋەن يۆنىلىش بويىچە تەۋرىنىدۇ. ئەگەر قولىمىز بىلەن ئارغامچىنىڭ بىر ئۇچىنى تۇتۇپ ئوڭ - سولغا تەۋرىنىش قىلدۇرساق، ئارغامچىدا يەنە بىر قاتار توغرا دولقۇن شەكىللىنىپ، ماددىي نۇقتا ۋېرتىكال تەكشىلىكتە ئوڭ - سول يۆنىلىش بويىچە تەۋرىنىدۇ.

ئەمدى يۇمشاق ئارغامچىنى تار يوچۇق بار ياغاچ تاختىدىن ئۆتكۈزۈپ، تار يوچۇقنى تەۋرىنىش يۆنىلىشى بىلەن پاراللېل قىلساق، تەۋرىنىش تار يوچۇقتىن ئۆتۈپ ياغاچ تاختىنىڭ يەنە بىر يېقىغا يېتىپ بارىدۇ (17.20 ـ رەسىم A). ئەگەر تار يوچۇقنى تەۋرىنىش يۆنىلىشىگە تىك قىلساق، ئۇ ھالدا تەۋرىنىش تار يوچۇق تەرىپىدىن توسۇلۇپ ئالدىغا تارقىلالمايدۇ (17.20 ـ رەسىم B).

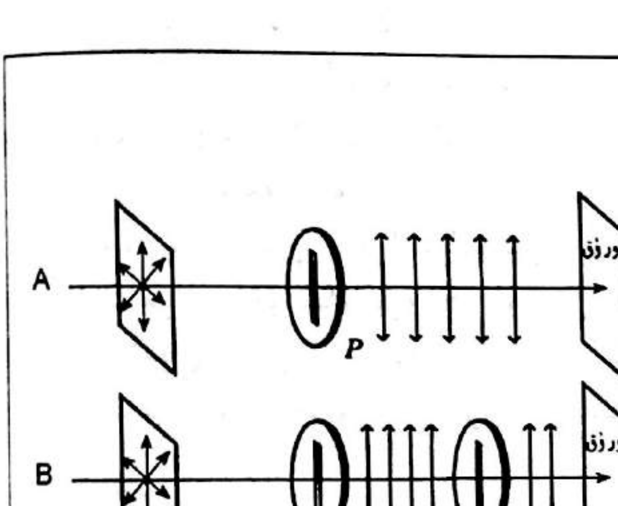
ئەگەر بۇ ئارغامچىنىڭ ئورنىغا ئىنچىكە يۇمشاق پۇرژىنىنى ئىشلىتىپ، پۇرژىنىنى ئالدى - كەينىگە ئىتتىرىپ، بوي دولقۇن شەكىللەندۈرسەك، تار يوچۇقنى مەيلى قانداق قويايلى، پۇرژىنىدىكى بوي دولقۇنلارنىڭ ھەممىسى تار يوچۇقتىن ئۆتۈپ ياغاچ تاختىنىڭ يەنە بىر يېقىغا تارقىلىپ بارالايدۇ (17.20 ـ رەسىم C).

مېخانىك دولقۇننىڭ توغرا دولقۇن ياكى بوي دولقۇن ئىكەنلىكىگە كۆزىتىش ئارقىلىق ھۆكۈم قىلىشقا

بولىدۇ ، بۇ تەجرىبىدىن پايدىلىنىپ ھۆكۈم قىلىشنىڭ ئانچە زۆرۈرىيىتى يوقتەك تۇرىدۇ . ئەمما بۇ تەجرىبىنىڭ ئىلھامىدا بىز مۇشۇنىڭغا ئوخشاپ كېتىدىغان تەجرىبىدىن پايدىلىنىپ يورۇقلۇق دولقۇنىنىڭ توغرا دولقۇن ياكى بوي دولقۇن ئىكەنلىكىگە ھۆكۈم قىلساق بولىدۇ .

ئەمدى يۇقىرىدىكى تار يوچۇقى بار ياغاچ تاختىنىڭ ئورنىغا پولياروئىد (پوليارىزاتسىيە پلاستىنكىسى) نى ئىشلىتىپ ئوپتىكىلىق تەجرىبە ئىشلەپ كۆرەيلى . پولياروئىد ئالاھىدە بەلگىلەنگەن ماتېرىيالدىن ياسىلىدۇ ، ئۇنىڭ ئۈستىدە بىر ئالاھىدە يۆنىلىش (تەۋرىنىش ئۆتكۈزۈش يۆنىلىشى) مۇقىملانغان بولۇپ ، تەۋرىنىش يۆنىلىشى بۇ تەۋرىنىشنى ئۆتكۈزۈش يۆنىلىشىگە پاراللېل بولغان يورۇقلۇق دولقۇنىلا پولياروئىدتىن ئۆتەلەيدۇ . پولياروئىدنىڭ يورۇقلۇق دولقۇنىغا بولغان تەسىرى 20 .17 - رەسىمدىكى تار يوچۇقنىڭ مېخانىك دولقۇنغا بولغان تەسىرىگە ئوخشاش بولىدۇ . تۆۋەندىكى تەجرىبىگە قاراپ باقايلى .

تەجرىبە



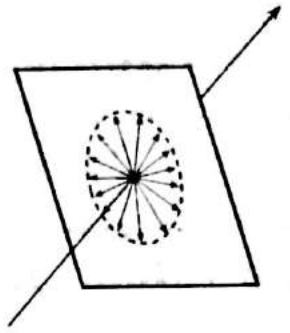
20 .18ـرەسىم

18.20 ـ رەسىم A دا كۆرسىتىلگەندەك، قۇياش يورۇقلۇقى ياكى لامپا يورۇقلۇقىنى پولياروئىد P دىن ئۆتكۈزۈپ، P نىڭ يەنە بىر يېقىدىن كۆزىتىش ئېلىپ بارساق، پولياروئىدنىڭ سۈزۈك ئىكەنلىكىنى كۆرەلەيمىز. يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىنى ئوق قىلىپ پولياروئىد P نى ئايلاندۇرساق، ئۆتكەن يورۇقلۇقنىڭ كۈچلۈكلۈكىدە ئۆزگىرىش بولمايدۇ.

پولياروئىد P نىڭ كەينىگە يەنە بىر پولياروئىد Q نى قويۇپ، ئىككى پارچە پولياروئىدتىن ئۆتكەن يورۇقلۇقنى كۆزىتىمىز. Q بىلەن P نىڭ تەۋرىنىش ئۆتكۈزۈش يۆنىلىشى پاراللېل بولغاندا، ئۆتكەن يورۇقلۇقنىڭ كۈچلۈكلۈكى ئەڭ چوڭ بولىدۇ. ئەمما بىر پارچە پولياروئىدتىن ئۆتكەندىكىدىن ئاجىز بولىدۇ (18.20 ـ رەسىم B). Q بىلەن P نىڭ تەۋرىنىش ئۆتكۈزۈش يۆنىلىشى تىك بولغاندا، ئۆتكەن يورۇقلۇقنىڭ كۈچلۈكلۈكى ئەڭ ئاجىز بولۇپ، نۆل دېيەرلىك بولىدۇ (18.20ـرەسىم C).

يۇقىرىدىكى تەجرىبىنى قانداق چۈشەندۈرۈش كېرەك؟ ئەگەر يورۇقلۇق دولقۇنى بوي دولقۇندىن ئىبارەت بولسا ، يۇقىرىدىكى ھادىسە يۈز بەرمەيدۇ . قۇياش ، ئېلېكتر لامپىسى قاتارلىق ئادەتتىكى يورۇقلۇق مەنبەلىرى چىقارغان يورۇقلۇقلار تارقىلىش يۆنىلىشىگە تىك بولغان بارلىق يۆنىلىشلەرنى بويلاپ تەۋرىنىدىغان يورۇقلۇقلارنى ئۆز ئىچىگە ئالىدۇ ھەم ھەرقايسى يۆنىلىشلەرنى بويلاپ تەۋرەنگەن يورۇقلۇق دولقۇنلىرىنىڭ كۈچلۈكلۈكى ئوخشاش بولىدۇ . بۇخىل يورۇقلۇق **تەبىئىي يورۇقلۇق** دەپ ئاتىلىدۇ (20 .19-رەسىم) . تەبىئىي يورۇقلۇق پولياروئىد P (پولياريزاتور دېيىلىدۇ) دىن ئۆتكەندىن كېيىن ، پەقەت تەۋرىنىش يۆنىلىشى پولياروئىدنىڭ تەۋرىنىش ئۆتكۈزۈش يۆنىلىشى بىلەن بىردەك بولغان يورۇقلۇق دولقۇنلىرىلا ئۆتەلەيدۇ . دېمەك ، پولياروئىد P دىن ئۆتكەن يورۇقلۇق دولقۇنلىرى تارقىلىش يۆنىلىشىگە تىك بولغان تەكشىلىكتە ئالاھىدە بەلگىلەنگەن بىر يۆنىلىش بويىچىلا تەۋرىنىدۇ . بۇنداق يورۇقلۇق **پولياريزاتسىيەلەنگەن يورۇقلۇق** دەپ ئاتىلىدۇ . توغرا دولقۇن ئالاھىدە بەلگىلەنگەن مەلۇم بىر يۆنىلىش بويىچىلا تەۋرىنىدۇ ، بۇ ، دولقۇننىڭ **پولياريزاتسىيىلىنىشى** دەپ ئاتىلىدۇ . پەقەت توغرا دولقۇندىلا پولياريزاتسىيە ھادىسىسى يۈز بېرىدۇ .

پولياروئىد P دىن ئۆتكەن پولياريزاتسىيەلەنگەن يورۇقلۇق يەنە بىر پولياروئىد Q (ئانالىزاتور دېيىلىدۇ



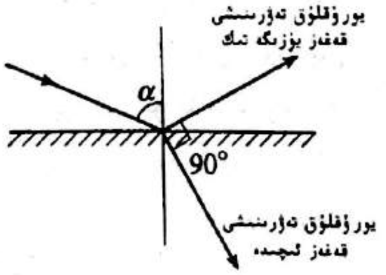
19.20 – رەسىم . تەبىئىي يورۇقلۇق

دۇ)دىن ئۆتكەندە ، ئەگەر ئىككى پولياروئىدنىڭ تەۋرىنىش ئۆتكۈزۈش يۆنىلىشى پاراللېل بولسا ، P دىن ئۆتكەن پوليارىزاتسىيىلەنگەن يورۇقلۇقنىڭ تەۋرىنىش يۆنىلىشى پولياروئىد Q نىڭ تەۋرىنىش ئۆتكۈزۈش يۆنىلىشىگە پاراللېل بولۇپ ، ئۆتكەن يورۇقلۇقنىڭ كۈچلۈكلۈكى ئەڭ چوڭ بولىدۇ . ئەگەر بۇ ئىككى پولياروئىدنىڭ تەۋرىنىش ئۆتكۈزۈش يۆنىلىشلىرى تىك بولسا ، پوليارىزاتسىيىلەنگەن يورۇقلۇقنىڭ تەۋرىنىش يۆنىلىشى پولياروئىد Q نىڭ تەۋرىنىش ئۆتكۈزۈش يۆنىلىشىگە تىك بولۇپ ، پوليارىزاتسىيىلەنگەن يورۇقلۇق Q دىن ئۆتەلمەيدۇ . ئۆتكەن يورۇقلۇقنىڭ كۈچلۈكلۈكى نۆل بولىدۇ . بۇ ، 17.20 – رەسىمدە كۆرسىتىلگەن مىخانىك دولقۇننىڭ ئەھۋالىغا ئوخشاپ كېتىدۇ .

18.20– رەسىم. 1. دىن شۇنى كۆرەلەيمىزكى، يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىنى ئوق قىلىپ پولياروئىد P نى ئايلاندۇرغاندا، ئۆتكەن يورۇقلۇقنىڭ كۈچلۈكلۈكى ئۆزگەرمەيدۇ. ئويلاپ كۆرۈڭ، بۇ نىمە ئۈچۈن؟

يۇقىرىدىكى تەجرىبە يورۇقلۇقنىڭ بىرخىل توغرا دولقۇن ئىكەنلىكىنى كۆرسىتىپ بەردى .

ئەمەلىيەتتە يورۇقلۇقنىڭ ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنى ئىكەنلىكىنى بىلىۋالغاندا ، يورۇقلۇقنىڭ توغرا دولقۇن ئىكەنلىكىنى ئوڭايلا چۈشىنىۋېلىشقا بولىدۇ . 18 – بابتىن بىزگە مەلۇمكى ، ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنى توغرا دولقۇندىن ئىبارەت بولۇپ ، ئېلېكتر ماگنىت دولقۇندىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى E بىلەن ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى B نىڭ تەۋرىنىش يۆنىلىشى ئېلېكتر ماگنىت دولقۇننىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىگە تىك بولىدۇ . تەجرىبە شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى ، يورۇقلۇق دولقۇننىڭ نۇرلاندۇرۇش (نۇر سەزدۈرۈش) رولى ۋە فىزىئولوگىيىلىك رولى قاتارلىقلارنى ئاساسەن ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى E كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ ، شۇڭا دائىم E نىڭ تەۋرىنىشى يورۇقلۇق تەۋرىنىشى (ئوپتىك تەۋرىنىش) دەپ ئاتىلىدۇ . يورۇقلۇق دولقۇننىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىگە تىك بولغان تەكشىلىك ئىچىدە ، يورۇقلۇق تەۋرىنىشنىڭ يۆنىلىشى خالىغان يۆنىلىشتە بولىدۇ . يورۇقلۇق تەۋرىنىشى ھەرقايسى يۆنىلىشلەر بويىچە بىر تەكشى تەقسىملەنگەن يورۇقلۇق تەبىئىي يورۇقلۇقتىن ئىبارەت بولىدۇ . يورۇقلۇق تەۋرىنىشى ئالاھىدە بەلگىلەنگەن يۆنىلىشنى بويلىغان يورۇقلۇق پوليارىزاتسىيىلەنگەن يورۇقلۇقتىن ئىبارەت بولىدۇ .



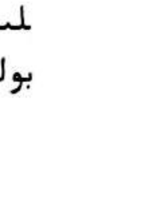
20.20 – رەسىم . قايتىشتىن كېلىپ چىققان تەبىئىي يورۇقلۇقنىڭ پوليارىزاتسىيىسى

يورۇقلۇقنىڭ پوليارىزاتسىيىلىنىش ھادىسىسى كۆپ ئۇچرايدۇ . يورۇقلۇق مەنبەسى (مەسىلەن ، قۇياش ، ئېلېكتر لامپا قاتارلىقلار)دىن بىۋاستە چىققان يورۇقلۇقلاردىن باشقا ، ئادەتتە بىز كۆرۈپ تۇرىدىغان مۇتلەق كۆپ قىسىم يورۇقلۇقلار پوليارىزاتسىيىلەنگەن يورۇقلۇقتىن ئىبارەت بولىدۇ . تەبىئىي

يورۇقلۇق ئىككى خىل مۇھىتنىڭ چېگرا يۈزىگە چۈشكەندە، يورۇقلۇقنىڭ چۈشۈش يۆنىلىشى مۇۋاپىق بولۇپ، قايتقان يورۇقلۇق بىلەن سۇنغان يورۇقلۇق ئارىسىدىكى ئارا بۇلۇڭ دەل 90° بولسا، بۇ چاغدا قايتقان يورۇقلۇق بىلەن سۇنغان يورۇقلۇقلارنىڭ ھەممىسى پولىيارىزاتسىيىلىنىدۇ ھەمدە پولىيارىزاتسىيىلىنىش يۆنىلىشى ئۆزئارا تىك بولىدۇ (20 .20 ـ رەسىم).

يورۇقلۇقنىڭ پولىيارىزاتسىيىلىنىش ھادىسىسى كۆپ قوللىنىلىدۇ. مەسىلەن، كۆن ئولتۇرغان چاغدىكى سۇ ئاستىدىكى مەنزىرىلەر، كۆلدىكى بېلىقلار، ئەينەك جازىلارغا كۆرگەزمە قىلىپ قويۇلغان بۇيۇملارنىڭ سۈرىتىنى تارتىشتا، سۇ يۈزى ياكى ئەينەك يۈزىدىن قايتقان يورۇقلۇقلارنىڭ كاشىلىسىدىن مەنزىرىلەر ئېنىق چىقماي قالىدۇ. ئەگەر فوتو ئاپپاراتىنىڭ ئوبيېكتىپىغا بىر يورۇقلۇق سۈزگۈچى پولياروئىد ئورنىتىلىپ، ئۇنىڭ تەۋرىنىش ئۆتكۈزۈش يۆنىلىشى قايتقان يورۇقلۇقنىڭ پولىيارىزاتسىيىلىنىش يۆنىلىشىگە تىك قىلىنسا، قايتقان يورۇقلۇقنى ئاجىزلاشتۇرۇپ مەنزىرىلەرنى ئېنىق قىلغىلى بولىدۇ.

ستېرېئولۇق كىنو ۋە پولىيارىزاتسىيە


ئوقۇش ماتېرىيالى

سىز ستېرېئولۇق كىنونى كۆرۈپ باققانمۇ؟ ئۇنىڭ پرىنسىپىنى بىلەمسىز؟ ئۇ يورۇقلۇقنىڭ پولىيارىزاتسىيە ھادىسىسىدىن پايدىلىنىشنىڭ بىر مىسالى. ستېرېئولۇق كىنونى كۆرۈشتە تاماشىبىنلار ئالاھىدە ياسالغان كۆزەينەك تاقىۋالىدۇ. بۇ خىل كۆزەينەك تەۋرىنىش ئۆتكۈزۈش يۆنىلىشى ئۆزئارا تىك بولغان بىر جۈپ پولياروئىدتىن ئىبارەت. بۇنىڭ بىلەن ئېكراندا كۆرۈنگەن مەنزىرىلەر ستېرېئولۇق تۇيغۇ بېرىدۇ. ئەگەر بۇ كۆزەينەكنى تاقىمىسا، ئېكراندىكى تەسۋىر (سۈرەت)لەر غۇۋا كۆرۈنىدۇ، بۇ نېمە ئۈچۈن؟

بۇنى ئادەم كۆزىنىڭ نەرسىلەرنى كۆرۈشىدىن سۆزلەپ ئۆتەيلى، ئادەم ئىككى كۆزى بىلەن جىسىملارنى تەڭلا كۆزەتكەندە، كۆرۈش دائىرىسى كېڭىيىپلا قالماستىن، يەنە جىسىملارنىڭ يىراق ـ يېقىنلىقىغا ھۆكۈم قىلالايدۇ ـ دە، ستېرېئولۇق تۇيغۇ ھاسىل بولىدۇ. بۇنىڭ سەۋەبى شۇكى، ئادەمنىڭ ئىككى كۆزى جىسىمنى تەڭلا كۆزەتكەندە، كۆرۈش تور پەردىلىرىدە شەكىللىنىدىغان تەسۋىرلەر ئانچە ئوخشاپ كەتمەيدۇ، سول كۆزنىڭ جىسىمنىڭ سول يېقىنى كۆرۈشى كۆپرەك، ئوڭ كۆزنىڭ جىسىمنىڭ ئوڭ تەرىپىنى كۆرۈشى كۆپرەك بولۇپ، بۇ ئىككى تەسۋىر چوڭ مېڭىدە بىرلەشتۈرۈلگەندىن كېيىن جىسىمنىڭ ئالدى ـ كەينى، يىراق ـ يېقىنلىقى پەرقلەندۈرۈلۈپ، نەتىجىدە ستېرېئولۇق سېزىم ھاسىل بولىدۇ.

ستېرېئولۇق كىنودا، ئىككى ئوبيېكتىپ ئارقىلىق ئوخشاش بولمىغان ئىككى يۆنىلىش بويىچە خۇددى ئادەمنىڭ كۆزلىرىدەك بىرلا ۋاقىتتا مەنزىرىلەرنىڭ تەسۋىرى سۈرەتكە ئېلىنىپ، كىنو فىلىمى ئىشلىنىپ چىقىدۇ. كىنو قويغاندا، ئىككى كىنو قويۇش ئاپپاراتى ئارقىلىق ئىككى كىنوغا ئېلىش ئاپپاراتى سۈرەتكە ئالغان ئىككى گۇرۇپپا فىلىم ماس قەدەملىك قويۇلۇپ، ئازراق پەرقلىنىدىغان بۇ ئىككى پارچە تەسۋىر ئېكراندا قاتلىنىدۇ. بۇ چاغدا كۆز بىلەن بىۋاستە كۆرسە، كۆرگەن تەسۋىر ئېنىق بولمايدۇ. ستېرېئولۇق كىنونى كۆرۈش ئۈچۈن، ھەربىر كىنو قويۇش ئاپپاراتىنىڭ ئالدىغا بىر پارچىدىن پولياروئىد ئورنىتىلسا، ھەربىرىنىڭ رولى بىر پولىيارىزاتورغا تەڭداش بولىدۇ. ئىككى كىنو قويۇش ئاپپاراتىدىن چىققان يورۇقلۇقلار پولياروئىدلاردىن ئۆتكەندىن كېيىن پولىيارىزاتسىيىلەنگەن يورۇقلۇققا ئايلىنىدۇ. ئوڭ ـ سول ئىككى كىنو قويۇش ئاپپاراتىنىڭ ئالدىدىكى پولياروئىدلارنىڭ تەۋرىنىش ئۆتكۈزۈش يۆنىلىشى ئۆزئارا تىك بولۇپ، نەتىجىدە ھاسىل بولغان ئىككى دەستە پولىيارىزاتسىيىلەنگەن يورۇقلۇقلارنىڭ پولىيارىزاتسىيىلىنىش يۆنىلىشمۇ ئۆزئارا تىك بولىدۇ. بۇ ئىككى دەستە پولىيارىزاتسىيىلەنگەن يورۇقلۇق ئېكرانغا چۈشۈپ، ئاندىن قايتىپ تاماشىبىنلار ئولتۇرغان جايغا كەلگەندە پولىيارىزاتسىيىلىنىش يۆنىلىشى ئۆزگەرمەيدۇ. تاماشىبىنلار يۇقىرىدا سۆزلەنگەن پولىيارىزاتسىيە كۆزەينىكى ئارقىلىق كۆرگەندە، ھەربىر كۆزى پەقەت ماس ھالدىكى پولىيارىزاتسىيىلەنگەن يورۇقلۇق تەسۋىرىنى كۆرەلەيدۇ، يەنى سول كۆزى سولدىكى ئاپپارات قويغان تەسۋىرلەرنىلا كۆرەلەيدۇ، ئوڭ كۆزى ئوڭ تەرەپتىكى ئاپپارات قويغان تەسۋىرلەرنىلا كۆرەلەيدۇ. شۇنىڭ بىلەن، جىسىملارنى بىۋاستە كۆرگەنگە ئوخشاش ستېرېئولۇق تۇيغۇ ھاسىل بولىدۇ. مانا بۇ ستېرېئولۇق كىنونىڭ پرىنسىپى.

ئەلۋەتتە، ئەمەلىيەتتە ستېرېئولۇق كىنو قويغاندا بىر ئوبيېكتىپ ئىشلىتىلىپ، ئىككى يورۇش تەسۋىر ئوخشاش بىر كىنو پىلىونكىسىغا نۆۋەتلەشتۈرۈپ بېسىلىدۇ، يەنە بىر يورۇش مۇرەككەپ قۇرۇلما كېرەك بولىدۇ. بۇ، بۇ يەردە سۆزلەنمەيدۇ.

§ 5 . لازېر نۇر

1960 – يىلى كىشىلەر تەجرىبىخانىدا تەبىئەتتە بولمىغان بىرخىل يورۇقلۇقنى قوزغاپ چىقاردى . مانا بۇ لازېر نۇر . 40 يىلدىن بۇيان لازېر نۇر تۇرمۇشىمىزنىڭ ھەرقايسى جەھەتلىرىگە چوڭقۇرلاپ كىردى . ئۇزۇن يوللۇق تېلېفون ئۇرۇش ، VCD كۆرۈش ، دوختۇرخانىلاردا ئوپېراتسىيە قىلىش ، كۆمۈر كان قۇدۇقلىرىدا خالىڭ يولى كولاش… قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسىدە لازېر نۇر ئىشلىتىلىدۇ . ئۇنداقتا ، لازېر نۇر زادى قانداق نۇر ، نېمە ئۈچۈن ئۇ بۇنداق چوڭ قوللىنىلىشلارغا ئىگە ؟

ئۈچۈر نەزەرىيىسى بىزگە شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى، ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ چاستوتىسى قانچە يۇقىرى بولسا، ئۇنىڭ ئېلىپ يۈرىدىغان ئۈچۈر مىقدارى شۇنچە چوڭ بولىدۇ، شۇڭا يورۇقلۇق رادىئو دولقۇنلىرىغا قارىغاندا تېخىمۇ كۆپ ئۈچۈرلارنى ئۆزىتالايدۇ.

يورۇقلۇق ماددىنىڭ ئاتوملىرىدىن قويۇپ بېرىلىدۇ . ئاتوم ئېنېرگىيىگە ئېرىشكەندىن كېيىن مۇقىمسىز ھالەتتە تۇرىدۇ ، ئۇ فوتون شەكلىدە ئېنېرگىيە قويۇپ بېرىدۇ ، ئەمما ئادەتتىكى يورۇقلۇق مەنبەسى ، مەسىلەن ، چوغلانما لامپا قىلىدىكى ھەربىر ئاتومنىڭ قايسى ۋاقىتتا يورۇقلۇق چىقىرىدىغانلىقى ، قايسى يۆنىلىشكە قارىتا يورۇقلۇق چىقىرىدىغانلىقى ئېنىق بولمايدۇ ، شۇنداقلا چىقارغان يورۇقلۇقنىڭ چاستوتىلىرىمۇ ئوخشاش بولمايدۇ . بۇنداق يورۇقلۇقلار قاتلانغاندا ، بىردەم بوشلۇقتىكى مەلۇم بىر نۇقتىدا ئۆزئارا كۈچىيىپ ، بىردەم يەنە شۇ نۇقتىدا ئاجىزلىشىپ ، مۇقىم يورۇق رايون ۋە خىرە رايوننى شەكىللەندۇرەلمەيدۇ ، شۇڭا ئىنتېرفېرېنسىيە ھاسىل بولالمايدۇ . بۇنداق يورۇقلۇقلار باغلىنىشسىز يورۇقلۇقلاردىن ئىبارەت بولىدۇ . پەقەت چاستوتىسى ئوخشاش ھەم بەلگىلىك شەرتلەرنى قانائەتلەندۇرىدىغان يورۇقلۇقلارلا باغلىنىشلىق يورۇقلۇقلار بولىدۇ . لازېر نۇر سۈنئىي ھاسىل قىلىنغان بىرخىل باغلىنىشلىق يورۇقلۇقتىن ئىبارەت بولۇپ ، بۇ ئۇنىڭ بىرىنچى ئالاھىدىلىكى ھېسابلىنىدۇ .

لازېر نۇر باغلىنىشلىق يورۇقلۇقلاردىن ئىبارەت بولغانلىقتىن ، ئۇنى رادىئو دولقۇنلىرىدەك مودۇلياتسىيىلىگىلى (تىزگىنلىگىلى) بولىدۇ ، بۇنىڭدىن پايدىلىنىپ ئۈچۈرلارنى ئۆزاتقىلى بولىدۇ . ئوپتىك تالالىق ئالاقىلىشىش بولسا لازېر نۇر بىلەن يورۇقلۇق ئۆتكۈزگۈچى تالالارنىڭ بىرلەشتۈرۈلۈشىنىڭ مەھسۇلى .

لازېر نۇرنىڭ يەنە بىر ئالاھىدىلىكى شۇكى ، ئۇنىڭ پاراللېللىقى ئىنتايىن ياخشى . پاراللېللىقى ياخشى بولغانلىقتىن ، ئۇ ناھايىتى يىراق ئارىلىقلارغا تارقىلىپ بارغاندىن كېيىنمۇ يەنىلا مۇئەييەن كۈچلۈكلۈكنى ساقلاپ قالىدۇ . لازېر نۇر بۇ ئالاھىدىلىككە ئىگە بولغانلىقتىن ، ئېنىق بولغان ئارىلىق ئۆلچەشلەردە قوللىنىلىدۇ ، نىشانغا توغرىلاپ ئىنتايىن قىسقا بىر لازېر نۇر ئىمپۇلسىنى قويۇپ بېرىپ ، ئىمپۇلس قويۇپ بېرىلگەن ۋە قايتقان دولقۇننى قوبۇل قىلغان ۋاقىتلار ئارىلىقىنى ئۆلچەش ئارقىلىق نىشاننىڭ ئارىلىقىنى ھېسابلاپ چىققىلى بولىدۇ . لازېر نۇرلۇق ئارىلىق ئۆلچەش رادارى مۇشۇ پرىنسىپقا ئاساسەن ياسالغان . ئۇنىۋېرسال لازېر نۇرلۇق رادار ئارقىلىق ئارىلىقلارنى ئۆلچىگىلى بولۇپلا قالماستىن ، يەنە دوپلېر ئېففېكتىگە ئاساسەن نىشاننىڭ ھەرىكەت تېزلىكىنى ئۆلچەپ چىقىپ ، بۇ ئارقىلىق نىشانغا قارىتا ئىز قوغلىشىش ئېلىپ بارغىلى بولىدۇ .

پاراللېللىقى ياخشى بولغانلىقتىن ، لازېر نۇرنى ئىنتايىن كىچىك بىر نۇقتىغا يىغىشقا بولىدۇ . بۇ بىر نۇقتىنى VCD ئاپپارات ، CD پاتېفون ياكى كومپيۇتېردىكى ئوپتىك دىسكىغا چۈشۈرسە ، ئوپتىك دىسكىغا خاتىرىلەنگەن ئۈچۈرلارنى ئوقۇشقا ، بىرتەرەپ قىلىنغاندىن كېيىن يەنە ئاۋاز ۋە تەسۋىرلەرگە

ئايلاندۇرۇپ چىقىرىشقا بولىدۇ . يىغىلىش ئۇقتىسى ناھايىتى كىچىك بولغانلىقتىن ، ئوپتىك دىسكىغا ئۈچۈرلارنىڭ خاتىرىلىنىش زىچلىقى ناھايىتى يۇقىرى بولىدۇ .

لازېر نۇرنىڭ يەنە بىر ئالاھىدىلىكى — ئۇنىڭ يورۇقلۇق دەرىجىسى يۇقىرى ، يەنى ئۇ ناھايىتى كىچىك بوشلۇقتا ناھايىتى قىسقا ۋاقىتتا ناھايىتى چوڭ ئېنېرگىيە يىغالايدۇ . كۈچلۈك لازېر نۇر دەستىلىرىنى مەركەزلەشتۈرۈپ جىسىمغا چۈشۈرگەندە ، جىسىمنىڭ نۇر چۈشكەن قىسمىدا مىڭدىن بىر سېكۇنتتا يەتمىگەن ۋاقىت ئىچىدە نەچچە ئون مىليون گرادۇس يۇقىرى تېمپېراتۇرا ھاسىل قىلىدۇ - دە ، ئەڭ تەستە ئېرىيدىغان ماددىمۇ بۇ بىر پەيتتە ھورغا ئايلىنىپ كېتىدۇ . شۇڭا لازېر نۇر دەستىسىدىن پايدىلىنىپ ھەرخىل ماددىلارنى كېسىشكە ، مېتاللارنى كەپشەرلەشكە ۋە قاتتىق ماتېرىياللار ئۈستىدىن تۆشۈك ئېچىشقا بولىدۇ . مېدىتسىنادا لازېر نۇرنى «نۇر پىچاق» قىلىپ تېرىلەرنى كېسىشكە ، ئۆسمىلەرنى كېسىپ تېلىۋېتىشكە بولىدۇ ، يەنە ئاجراپ كەتكەن كۆرۈش تور پەردىسىنى لازېر نۇر ئارقىلىق «كەپشەرلەش» كە بولىدۇ .

ئاتوم يادرولىرى يىغىلىش ھاسىل قىلغاندا قويۇپ بېرىدىغان يادرو ئېنېرگىيىسى بىرخىل زور ۋە مىدلىك ئېنېرگىيە مەنبەسى ھېسابلىنىدۇ . ئاتوم يادرولىرىدا قانداق قىلىپ سۈنئىي كونترول قىلىش ئاساسىدا يىغىلىش رېئاكسىيىسى ئېلىپ بېرىش — ھەرقايسى دۆلەت ئالىملىرىنىڭ مۇھىم تەتقىقات تېمىسى ھېسابلىنىدۇ . بۇنى ئەمەلگە ئاشۇرۇشنىڭ بىر يولى ، يادرو يېقىلغۇسىنى كىچىك دانچىلار ھالىتىگە كەلتۈرۈپ ، تۆت ئەتراپتىن ئۇنىڭغا لازېر نۇر چۈشۈرۈپ ، لازېر نۇر ھاسىل قىلغان يۇقىرى بېسىمدىن پايدىلىنىپ يادرولار يىغىلىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىشتىن ئىبارەت بولۇشى مۇمكىن .

لازېر نۇرنىڭ قوللىنىلىشى بۇلارلا بولۇپ قالماستىن ، يەنە ئۈزلۈكسىز تەرەققىي قىلماقتا . بۇ جەھەتتىكى تونۇشتۇرۇش ماقالىلىرى ناھايىتى كۆپ ، گېزىت ، تېلېۋىزورلاردىمۇ بۇ جەھەتتىكى يېڭى ئىلگىرىلەشلەر ھەققىدە دائىم خەۋەر بېرىلىپ تۇرىدۇ ، ساۋاقداشلار دىققەت قىلىپ قويسا بولىدۇ .

4 - مەشىق

(1) لازېر نۇرنىڭ قانداق مۇھىم قوللىنىلىشلارغا ئىگە ئىكەنلىكىنى ئەمەلىي مىسال ئارقىلىق چۈشەندۈرۈڭ . بۇ ئەمەلىي مىساللاردا لازېر نۇرنىڭ قانداق ئالاھىدىلىكىدىن پايدىلىنىلغان ؟

(2) بۇ پاراگرافتا كەلتۈرۈلگەن مىساللاردىن باشقا ، ئۆزىڭىز گېزىت - ژۇرناللاردىن لازېر نۇرنىڭ قوللىنىلىشىغا ئائىت ئەمەلىي مىساللارنى تېپىپ ، ساۋاقداشلار ئارا پىكىر ئالماشتۇرۇڭ .

بۇ بابتىن قىسقىچە خۇلاسە

بۇ بابتا يورۇقلۇقنىڭ دولقۇنلۇق خۇسۇسىيىتىنى ئۆگىنىپ، يورۇقلۇقنىڭ ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىدىن ئىبارەت ئىكەنلىكىنى، بارلىق دولقۇنلارغا ئوخشاش يورۇقلۇقتىمۇ ئىنتېرفېرېنسىيە ۋە دىفراكسىيە يۈز بېرىدىغانلىقىنى بىلىۋالدۇق، يورۇقلۇقنىڭ پوليارىزاتسىيىسىدىن يەنە يورۇقلۇقنىڭ توغرا دولقۇن ئىكەنلىكىنى بىلىۋالدۇق.

(1) يورۇقلۇقلارنىڭ قوش يوچۇقتىكى ئىنتېرفېرېنسىيىسى دېگەن نېمە؟ نېپىز پەردىدىكى ئىنتېرفېرېنسىيە دېگەن نېمە؟ بۇلارنىڭ پرىنسىپىنى قىسقىچە بايان قىلىڭ.

(2) يورۇقلۇقنىڭ قوش يوچۇقتىكى ئىنتېرفېرېنسىيە تەجرىبىسىدە، ئېكراندىكى بىر نۇقتىدىن يوچۇققىچە بولغان ئارىلىق دولقۇن ئۇزۇنلۇقى بىلەن قانداق مۇناسىۋەتتە بولغاندا، بۇ نۇقتىدا يورۇق ئىز بارلىققا كېلىدۇ؟ قانداق مۇناسىۋەتتە بولغاندا، بۇ نۇقتىدا خىرە ئىز بارلىققا كېلىدۇ؟

(3) يورۇقلۇقلارنىڭ قوش يوچۇقتىكى ئىنتېرفېرېنسىيە تەجرىبىسىدە، ئىنتېرفېرېنسىيە ئىزلىرىنىڭ ئارىلىقى بىلەن يورۇقلۇقنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنىڭ مۇناسىۋىتى بارمۇ ـ يوق؟قىزىل نۇر ئىزلىرىنىڭ ئارىلىقى چوڭراقمۇ ياكى كۆك نۇر ئىزلىرىنىڭ ئارىلىقى چوڭراقمۇ؟

(4) يورۇقلۇقلارنىڭ دىفراكسىيىسى دېگەن نېمە؟ يورۇقلۇق دىفراكسىيە ھاسىل قىلىدىكەن، ئۇنداقتا، نېمە ئۈچۈن ئادەتتە يورۇقلۇق تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىدۇ دەيمىز؟

(5) يورۇقلۇقنىڭ ئېلېكتر ماگنىت تەلىماتىنى تۇرغۇزۇشتىكى ئاساس نېمىدىن ئىبارەت؟ ئېلېكتر ماگنىت دولقۇن سپېكترىدا كۆرۈنىدىغان نۇرلاردىن باشقا، يەنە قانداق ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنلىرى بار؟ ئۇلارنىڭ ھەر قايسىسىنىڭ قانداق ئالاھىدىلىكلىرى بار؟

(6) تەبىئىي يورۇقلۇق دېگەن نېمە؟ پوليارىزاتسىيىلەنگەن يورۇقلۇق دېگەن نېمە؟ نېمە ئۈچۈن يورۇقلۇقنى توغرا دولقۇن دەپ ئېيتىمىز؟

(7) لازېر نۇر قانداق ئالاھىدىلىكلەرگە ئىگە؟ قانداق قوللىنىلىشلارغا ئىگە؟

كۆنۈكمە

(1) قايسى ھادىسىلەر ياكى تەجرىبە نەتىجىلىرى تۆۋەندىكىلەرنى چۈشەندۈرۈپ بېرىدۇ :

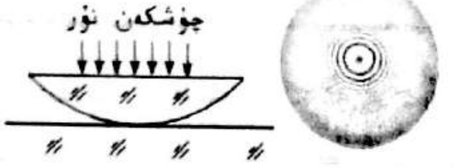
a . يورۇقلۇق بىرخىل دولقۇن .

b . يورۇقلۇق بولسا توغرا دولقۇن .

c .سۇ دولقۇنىنىڭ ئۇزۇنلۇقى بىلەن سېلىشتۇرغاندا ، يورۇقلۇق دولقۇنىنىڭ ئۇزۇنلۇقى ئىنتايىن قىسقا بولىدۇ .

d . يېشىل نۇرنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى قىزىل نۇرنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىن قىسقا بولىدۇ .

(2) بىر كۆپۈنگۈ لىنزىنىڭ ئەگرى يۈزىنى يەنە بىر ئەينەك تەكشىلىكىگە باستۇرۇپ قويۇپ ، ئۈستى تەرىپىدىن يورۇقلۇق چۈشۈرگەندە (20 .21ـ رەسىم A) ، يورۇق ـ خىرە ئارىلاپ كەلگەن مەركەزداش چەمبەرلەرنى كۆرۈشكە بولىدۇ (20 .21ـ رەسىم B) . بۇ ھادىسىنى نيۇتون ئەڭ بالدۇر بايقىغان ، شۇڭا بۇ مەركەزداش چەمبەرلەر نيۇتون ھالقىلىرى دەپ ئاتىلىدۇ . نيۇتون ھالقىلىرىنىڭ نېمە ئۈچۈن بارلىققا كېلىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرۈڭ . نيۇتون ھالقىلىرىنىڭ دىئامېتىرىنى چوڭراق قىلىش ئۈچۈن ، سىرتقى يۈزى چوڭراق ئەگرى بولغان كۆپۈنگۈ لىنزىنى ئىشلىتىش كېرەكمۇ ياكى سىرتقى يۈزى ئانچە ئەگرى بولمىغان كۆپۈنگۈ لىنزىنى ئىشلىتىش كېرەكمۇ؟ نېمە ئۈچۈن؟



20 .21ـ رەسىم . نيۇتون ھالقىلىرى

• (3) نۇر سەزگۈچى بىرخىل پلىيونكا ئىنفرا قىزىل نۇر پلىيونكىسى دەپ ئاتىلىدۇ . ئۇ كۆرۈنىدىغان نۇرلارغا سەزگۈر ئەمەس ، پەقەت ئىنفرا قىزىل نۇرلا ئۇنى نۇر سەزدۈرىدۇ (نۇرلاندۇرىدۇ) . بۇخىل پلىيونكىنى ئادەتتىكى فوتو ئاپپاراتلاردا ئىشلىتىپ ئىنفرا قىزىل نۇرلۇق سۈرەتكە تارتىشقا بولىدۇ . لىنزا ئارقىلىق تەسۋىر ھاسىل قىلىش ۋە يورۇقلۇقنىڭ رەڭلەرگە ئاجرىلىشى ھەققىدىكى بىلىملەرنى تەكرارلاپ ، ئەگەر مەلۇم بىر نىشان چىقارغان كۆرۈنىدىغان نۇر دەل پلونكىدا تەسۋىر ھاسىل قىلغان دەپ پەرەز قىلىنسا ، بۇ جىسىم چىقارغان ئىنفرا قىزىل نۇر ھاسىل قىلغان «ئىنفرا قىزىل نۇر تەسۋىرى»مۇ دەل پلونكىغا چۈشەمدۇ؟ نېمە ئۈچۈن؟ سىز بىر چارە ئىزدەپ تېپىپ ، ئادەتتىكى فوتو ئاپپاراتتىن پايدىلىنىپ ئىنفرا قىزىل نۇرلۇق سۈرەتكە تارتىشتا ئۇچرايدىغان بۇ مەسىلىنى ھەل قىلىڭ .

• (4) ئۇزۇن بولغان ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنى سپېكترىدىكى كۆرۈش سېزىمىنى قوزغىيالايدىغىنى پەقەت دولقۇن ئۇزۇنلۇقى 770nm ~ 440nm غىچە بولغان مۇشۇنچىلىك تار قىسىمدىنلا ئىبارەت بولىدۇ . قىزىللارلىقى شۇكى ، قۇياش رادىئاتسىيىلەپ چىقارغان ھەرخىل دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىكى ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنلىرىنىڭ ئىچىدىكى مۇشۇ قىسىم ئەڭ كۈچلۈك بولىدۇ . سىز بۇخىل «تاسادىپىي ماس كېلىپ قېلىش»نى قانداق چۈشەندۈرىسىز ؟

(كۆرسەتمە : جانلىقلارنىڭ تەدرىجىي تەرەققىيات نۇقتىسىدىن چىقىپ ئويلىنىشلا بولىدۇ .)

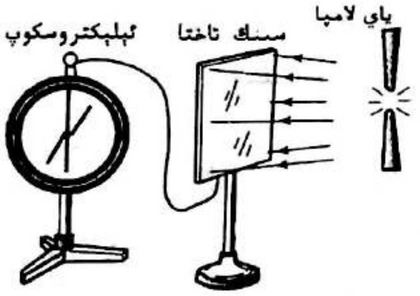
20 ـ ئەسىردىكى يېڭى پەن ـ تېخنىكىنىڭ تەرەققىياتى بىزنىڭ مىكرو دۇنياغا بولغان تونۇشىمىزدىن ئايرىلغان ئەمەس مىكرو دۇنيانى تەتقىق قىلىشتا بولسا كۋانت مېخانىكىسى قوللىنىلىدۇ.

كۆپچىلىك يېرىم ئۆتكۈزگۈچ رادىئو قوبۇللىغۇچنى ياخشى بىلىدۇ، شۇنداقلا چوڭ تىپتىكى ئېلېكترونلۇق ھېسابلاش ماشىنىسىنىمۇ ئاڭلىغان. بۇلارنىڭ ھەممىسىدە يېرىم ئۆتكۈزگۈچ ماتېرىياللار ئىشلىتىلىدۇ. يېرىم ئۆتكۈزگۈچ ماتېرىياللارنى تەتقىق قىلىش كۋانت مېخانىكىسىدىن ئايرىلالمايدۇ. مەسىلەن، بىز ئىشلىتىۋاتقان توك يادرو ئېلېكتر ئىستانسىسىدىن كەلگەن بولۇشى مۇمكىن؛ بەزى كىشىلەر كېسەل بولۇپ قالسا، رادىئو ئاكتىپ نۇر ئارقىلىق داۋالىنىشى مۇمكىن. بۇ تېخنىكىلارنى تەتقىق قىلىشتا ئاتوم يادروسى ھەققىدىكى بىلىملەرنى ئىشلىتىشكە توغرا كېلىدۇ، بۇلارمۇ كۋانت مېخانىكىسىدىن ئايرىلالمايدۇ.

بۇ بابتا بىز كۋانت مېخانىكىسىنىڭ دەسلەپكى بىلىملىرىنى ئۆگىنىمىز.

§ 1. فوتو ئېلېكتر ئېففېكتى ۋە فوتون

19 ـ ئەسىرنىڭ ئاخىرلىرىدا، يورۇقلۇقنىڭ ئېلېكتر ماگنىت تەلىماتى يورۇقلۇقنىڭ دولقۇن نەزەرىيىسىنى تەرەققىي قىلدۇرۇپ مۇكەممەل باسقۇچقا يەتكۈزۈپ، زور مۇۋەپپەقىيەتلەرگە ئېرىشتى. ئەمما بۇ ۋاقىتقا كەلگەندە، دولقۇن تەلىماتىدىن پايدىلىنىپ چۈشەندۈرگىلى بولمايدىغان يېڭى ھادىسە — فوتو ئېلېكتر ئېففېكتى بايقالدى. 20 ـ ئەسىرگە كەلگەندە، ئېينىشتېيىن فوتون تەلىماتىنى ئوتتۇرىغا قويۇپ، يورۇقلۇقنىڭ زەررىچىلىك خۇسۇسىيىتىنى قايتىدىن تەكىتلەپ، بۇ ئارقىلىق فوتو ئېلېكتر ئېففېكتىنى چۈشەندۈردى. بىراق بۇ يەردە سۆزلىنىۋاتقان فوتون نيۇتون ئېيتقان «مىكرو زەررىچە» گە پەقەتلا ئوخشىمايدۇ.



1.21 ـ رەسىم. ياي لامپىنىڭ يورۇقلۇقى چۈشكەندە سىنك تاختىنىڭ ئېلېكترونلارنى يوقىتىپ قويۇشى

ھازىر كىشىلەر يورۇقلۇقنىڭ ھەم دولقۇنلۇق خۇسۇسىيەتكە ئىگە، ھەم زەررىچىلىك خۇسۇسىيەتكە ئىگە ئىكەنلىكىنى تونۇپ يەتتى. بۇ پاراگرافتا نۇقتىلىق ھالدا يورۇقلۇقنىڭ تەبىئىيىتىنى يورۇقلۇقنىڭ زەررىچىلىك خۇسۇسىيىتى جەھەتتىن تونۇپ يېتىمىز.

فوتو ئېلېكتر ئېففېكتى پارقىرىتىپ سۈرتۈلگەن بىر سىنك تاختىنى ئېلېكتروسكوپقا تۇتاشتۇرۇپ، ياي لامپا ئارقىلىق سىنك تاختىنى يورۇتقاندا (1.21 ـ رەسىم)، ئېلېكتروسكوپنىڭ ئىسترېلكىسى ئېچىلىدۇ. بۇ، سىنك تاختىنىڭ زەرەتلەنگەنلىكىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ. يەنىمۇ ئىلگىرىلەپ تەكشۈرۈش ئارقىلىق سىنك تاختىنىڭ مۇسبەت زەرەتلەنگەنلىكىنى بىلىشكە بولىدۇ. بۇ تەجرىبە، ياي لامپىنىڭ يورۇتۇشى ئاستىدا سىنك تاختا يۈزىدىن بىر قىسىم ئېلېكترونلار ئۇچۇپ چىقىپ، سىنك تاختىدا ئېلېكترونلار ئازلاپ كېتىپ، نەتىجىدە سىنك تاختا مۇسبەت زەرەتلەنگەنلىكىنى چۈشەندۈرۈپ بېرىدۇ.

يورۇقلۇق چۈشكەندە جىسىمدىن ئېلېكترونلارنىڭ ئېتىلىپ چىقىش ھادىسىسى فوتو ئېلېكتر ئېففېكتى دەپ ئاتىلىدۇ، ئېتىلىپ چىققان ئېلېكترونلار فوتو ئېلېكترونلار دەپ ئاتىلىدۇ.

بۇ يەردە ئېيتىلغان يورۇقلۇق كۆرۈنمەيدىغان نۇرلارنىمۇ ئۆز ئىچىگە ئالىدۇ.

فىزىكا ئالىملىرى ئەڭ دەسلەپتە فوتو ئېلېكتر ئېففېكتىنى كۆزەتكەن چاغدا ھەيران قېلىشمىغان. ئۇلار مۇنداق ئويلىغان، يورۇقلۇق بىر خىل ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنى بولۇپ، ئۇ مېتالغا چۈشكەندە، مېتال ئىچىدىكى ئەركىن ئېلېكترونلار ئۆزگىرىۋاتقان ئېلېكتر مەيدانىنىڭ تەسىرىدە تەۋرىنىدۇ. ئەگەر يورۇقلۇق يېتەرلىك كۈچلۈك بولسا، يەنى

يورۇقلۇقنىڭ ئامپلىتۇدىسى يېتەرلىك چوڭلۇقتا بولسا، مەيلى يورۇقلۇقنىڭ چاستوتىسى يۇقىرى ـ تۆۋەن بولسۇن، بىر بۆلەك ۋاقىت ئۆتكەندىن كېيىن، ئېلېكترونلارنىڭ ئامپلىتۇدىسى ناھايىتى چوڭ بولۇپ، مېتالنىڭ سىرتقى يۈزىدىن ئۇچۇپ چىقىشى مۇمكىن. بۇ خۇددى بىر قازاندىكى قايناق سۇ جىددىي ھەرىكەت قىلغانلىقتىن، سۇ چاچراتمىلىرى قازان تېشىغا چاچراپ چىققىنىغا ئوخشايدۇ.

لېكىن، ھەرخىل مېتاللارنىڭ لىمىت (چەك) چاستوتىسى ۋە لىمىت دولقۇن ئۇزۇنلۇقى مەۋجۇت (تۆۋەندىكى جەدۋەلگە قارالسۇن). ئەگەر چۈشكەن يورۇقلۇقنىڭ چاستوتىسى لىمىت چاستوتىسىدىن تۆۋەن بولسا، يورۇقلۇق مەيلى قانچىلىك كۈچلۈك بولۇپ، قانچىلىك ئۇزاق ۋاقىت چۈشۈرۈلسۇن، ھەممىسىدە فوتو ئېلېكتر ئېففېكتى ھاسىل بولمايدۇ. ئەگەر چۈشكەن يورۇقلۇقنىڭ چاستوتىسى لىمىت چاستوتىدىن يۇقىرى بولسا، يورۇقلۇق كۈچلۈك بولمىسىمۇ، ئۇ مېتالنىڭ يۈزىگە چۈشكەندە فوتو ئېلېكترونلارنىڭ ئۇچۇپ چىققانلىقىنى كۆزىتىشكە بولىدۇ. بۇ بىر نۇقتىنى يورۇقلۇقنىڭ دولقۇنلۇق خۇسۇسىيىتىدىن پايدىلىنىپ چۈشەندۈرگىلى بولمايدۇ.

ئوخشىمىغان مېتاللارنىڭ لىمىت چاستوتىلىرىمۇ ئوخشاش بولمايدۇ.

بىرقانچە خىل مېتالنىڭ لىمىت چاستوتىسى ν_0 ۋە لىمىت دولقۇن ئۇزۇنلۇقى λ_0

	سېزىي	كالىي	سىنك	كۈمۈش	پلاتىنا
ν_0/Hz	4.55×10^{14}	5.38×10^{14}	8.07×10^{14}	11.5×10^{14}	15.3×10^{14}
λ_0/nm	660	558	372	260	196

يەنە بىر نۇقتىدا يورۇقلۇقنىڭ دولقۇنلۇق خۇسۇسىيىتىگە زىت كېلىدۇ، مانا بۇ فوتو ئېلېكتر ئېففېكتىنىڭ پەيتلىكلىكى. دولقۇن نەزەرىيىسىگە ئاساسەن، ئەگەر چۈشكەن يورۇقلۇق ئاجىزراق بولسا، چۈشۈش ۋاقتى ئۇزاقراق بولغاندىلا ئاندىن مېتالدىكى ئېلېكترونلار يېتەرلىك ئېنېرگىيىنى توپلىۋېلىپ، مېتالنىڭ يۈزىدىن ئۇچۇپ چىقىدۇ. ئەمما ئەمەلىيەتتە بولسا، يورۇقلۇقنىڭ چاستوتىسى مېتالنىڭ لىمىت چاستوتىسىدىن يۇقىرى بولسىلا، يورۇقلۇقنىڭ يورۇش دەرىجىسى مەيلى كۈچلۈك ـ ئاجىز بولسۇن، فوتو ئېلېكترونلارنىڭ ھاسىل بولۇشى پەيتلىك دېيەرلىك بولۇپ، 10^{-9}s تىن ئېشىپ كەتمەيدۇ.

فوتون 1900 ـ يىلى گېرمانىيە فىزىكا ئالىمى پلانك (1858～1947) جىسىملارنىڭ ئىسسىقلىق رادىئاتسىيىسىنىڭ قانۇنىيىتىنى تەتقىق قىلغان چېغىدا، پەقەت ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ تارقىلىشى ۋە قوبۇل قىلىنىشى تۇتاش بولماستىن، بەلكى بىر بۆلەك ـ بىر بۆلەك بويىچە بولىدۇ، دەپ قارىغاندىلا نەزەرىيىۋى ھېسابلاشنىڭ نەتىجىسى ئاندىن تەجرىبە ئەمەلىيىتىگە ئۇيغۇن كېلىدىغانلىقىنى بايقىغان. بۇنداق بىر بۆلەك ئېنېرگىيە ئېنېرگىيە كۋانتى دەپ ئاتىلىدۇ. پلانك يەنە ھەربىر بۆلەك ئېنېرگىيە $h\nu$ قا تەڭ بولىدۇ، دەپ قارىغان. بۇنىڭدىكى ν رادىئاتسىيىلىك ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ چاستوتىسى، h بىر تۇراقلىق مىقدار بولۇپ، پلانك تۇراقلىقى دەپ ئاتىلىدۇ. تەجرىبىدىن تۆۋەندىكىدەك بولىدىغانلىقى ئۆلچەنگەن:

ئىسسىقلىق رادىئاتسىيىسىمۇ ئەمەلىيەتتە ئېلېكتر ماگنىت رادىئاتسىيىسىدىن ئىبارەت.

$$h=6.63\times10^{-34}\,\text{J}\cdot\text{s}$$

پلانك فىزىكىنى كۋانت دۇنياسىغا ئېلىپ كىردى. پلانكنىڭ ئىلھامى بىلەن ئېينىشتېين (1879～1955) 1905 ـ يىلى، بوشلۇقتا تارقىلىدىغان يورۇقلۇقمۇ ئۈزلۈكسىز بولماستىن، بەلكى بىر بۆلەك ـ بىر بۆلەك بولىدۇ، ھەربىر بۆلەك يورۇقلۇق بىر فوتو كۋانت، قىسقىچە فوتون دەپ ئاتىلىدۇ، فوتوننىڭ ئېنېرگىيىسى E يورۇقلۇقنىڭ چاستوتىسى ν بىلەن ئوڭ تاناسىپ، يەنى

ئېينىشتېين فوتو ئېلېكتر ئېففېكتى ھەققىدىكى تەتقىقاتى بىلەن 1921 ـ يىلى نوبېل فىزىكا مۇكاپاتىغا ئېرىشكەن.

www.uyghurkitap

$$E = h\nu \quad (1)$$

بولىدۇ. فورمۇلىدىكى h يۇقىرىدا سۆزلەنگەن پلانك تۇراقلىقىدىن ئىبارەت بولىدۇ، دەپ كۆرسىتىلگەن. بۇ تەلىمات كېيىن فوتون تەلىماتى دەپ ئاتالدى. فوتون تەلىماتى مۇنداق دەپ قارايدۇ: ھەربىر فوتوننىڭ ئېنېرگىيىسى پەقەت يورۇقلۇقنىڭ چاستوتىسىدىنلا بەلگىلىنىدۇ، مەسىلەن، كۆك نۇرنىڭ چاستوتىسى قىزىل نۇرنىڭكىدىن يۇقىرى بولىدۇ، شۇڭا كۆك نۇرنىڭ فوتونىنىڭ ئېنېرگىيىسى قىزىل نۇر فوتونىنىڭ ئېنېرگىيىسىدىن چوڭ بولىدۇ. ئوخشاش رەڭدىكى نۇرلارنىڭ كۈچلۈك - ئاجىزلىقىنىڭ ئوخشاش بولماسلىقى بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە بىرلىك يۈزگە ئېتىلىپ چۈشكەن فوتونلار سانىنىڭ كۆپ - ئازلىقىنى ئەكس ئەتتۈرىدۇ.

فوتون تەلىماتى فوتو ئېلېكتر ئېففېكتىنى ناھايىتى ياخشى چۈشەندۈرۈپ بېرەلەيدۇ.

فوتون مېتالغا چۈشكەندە، ئۇنىڭ ئېنېرگىيىسى مېتالدىكى مەلۇم بىر ئېلېكترون تەرىپىدىن سۈمۈرۈلۈشى مۇمكىن. ئېلېكترون فوتوننى سۈمۈرۈۋالغاندىن كېيىن، ئۇنىڭ ئېنېرگىيىسى ئاشىدۇ. ئەگەر ئېنېرگىيىسى يېتەرلىك چوڭلۇقتا بولسا، ئېلېكترون مېتالنىڭ ئىچىدىكى مۇسبەت زەرەتلەرنىڭ ئۇنىڭغا قارىتا بولغان تارتىش كۈچىنى يېڭىپ، مېتالنىڭ يۈزىدىن ئايرىلىپ قۇتۇلۇپ چىقىپ فوتو ئېلېكترونغا ئايلىنىدۇ. ئوخشاش بولمىغان مېتاللارنىڭ ئىچىدىكى مۇسبەت زەرەتلەرنىڭ ئېلېكترونلارنى بوغۇپ تۇرۇش دەرىجىسى ئوخشاش بولمايدۇ. شۇڭا ئېلېكترونلارنىڭ قۇتۇلۇپ چىقىشتا ئىشلەيدىغان ئىشلىرىمۇ ئوخشاش بولمايدۇ. ئەگەر فوتوننىڭ ئېنېرگىيىسى E ئېلېكتروننىڭ قۇتۇلۇپ چىقىشى ئۈچۈن ئىشلەشكە تېگىشلىك بولغان ئىشنىڭ ئەڭ كىچىك قىممىتى W دىن كىچىك بولسا، يورۇقلۇق مەيلى قانچىلىك كۈچلۈك بولۇپ، چۈشكەن ۋاقتى قانچىلىك ئۇزۇن بولسۇن، ئېنېرگىيىسى نىسبەتەن كىچىك بولغان بۇخىل فوتو ئېلېكترونلارنىڭ سانى قانچىلىك كۆپ بولۇشىدىن قەتئىينەزەر ئېلېكترونلارنى مېتالدىن قۇتۇلدۇرۇپ چىقىرالمايدۇ. مانا بۇنىڭ بىلەن، نېمە ئۈچۈن لىمىت چاستوتىنىڭ مەۋجۇت بولىدىغانلىقى چۈشەندۈرۈلدى.

مېتالدىكى ئېلېكترونلارنىڭ فوتونلارنى سۈمۈرۈشى ئىنتايىن تېز بولىدۇ. مانا بۇ فوتو ئېلېكتر ئېففېكتىنىڭ پەيتلىكلىكىنى چۈشەندۈرۈپ بەردى.

فوتو ئېلېكتر ئېففېكتىنىڭ تەڭلىمىسى فوتو ئېلېكتر ئېففېكتىدە، مېتالدىكى ئېلېكترون مېتالنىڭ سىرتقى يۈزىدىن ئۇچۇپ چىقىشتا ئاتوم يادروسىنىڭ ئۇنى تارتىپ تۇرۇشىنى يېڭىش ئۈچۈن ئىش ئىشلىشى كېرەك. مەلۇم خىل مېتالدىكى ئوخشىمىغان ئېلېكترونلارنىڭ بۇخىل مېتالدىن ئايرىلىشى ئۈچۈن زۆرۈر بولىدىغان ئىش ئوخشاش بولمايدۇ. ئېلېكترونلارنىڭ مەلۇم خىل مېتالدىن ئايرىلىپ چىقىشتا ئىشلەيدىغان ئىشنىڭ ئەڭ كىچىك قىممىتى بۇخىل مېتالدىكى **قۇتۇلۇپ چىقىش ئىشى** دەپ ئاتىلىدۇ.

بىرنەچچە خىل مېتالدىكى قۇتۇلۇپ چىقىش ئىشى W						
	سېزىي	كالتسىي	ماگنىي	بېرىللىي	تىتان	ئالتۇن
قۇتۇلۇپ چىقىش ئىشى W/eV	1.9	2.7	3.7	3.9	4.1	4.8

ئەگەر چۈشكەن فوتوننىڭ ئېنېرگىيىسى $h\nu$ قۇتۇلۇپ چىقىش ئىشى W دىن چوڭ بولسا، بەزى فوتو ئېلېكترونلار مېتال يۈزىدىن ئايرىلىپ چىققاندىن كېيىن يەنە ئۇلارنىڭ ئېشىنچا ئېنېرگىيىسى بولىدۇ. دېمەك، بەزى فوتو ئېلېكرونلار بەلگىلىك ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىگە ئىگە بولىدۇ. ئوخشاش بولمىغان ئېلېكترونلارنىڭ مەلۇم خىل مېتالدىن قۇتۇلۇپ چىقىشتا ئىشلەش زۆرۈر بولىدىغان ئىشلىرى ئوخشاش بولمايدىغانلىقتىن، ئۇلارنىڭ سۈمۈرگەن فوتوننىڭ ئېنېرگىيىسى ھەم بۇخىل مېتالدىن قۇتۇلۇپ چىققاندىن كېيىنكى ئېشىنچا (قالدۇق) ھەرىكەت ئېنېرگىيىلىرىمۇ ئوخشاش بولمايدۇ. قۇتۇلۇپ چىقىش ئىشى

W ئېلېكترونىنىڭ مېتالدىن قۇتۇلۇپ چىقىشتا ئىشلەيدىغان ئىشىنىڭ ئەڭ كىچىك قىممىتى بولغانلىقتىن، ئەگەر ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى ئەڭ چوڭ بولغان فوتو ئېلېكرونىنىڭ ئىگە بولغان ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى E_k بىلەن ئىپادىلەنسە، تۆۋەندىكى مۇناسىۋەت ئىپادىسى مەۋجۇت بولىدۇ:

$$E_k = h\nu - W \qquad (2)$$

بۇ مۇناسىۋەت ئىپادىسى ئادەتتە ئېينىشتېين فوتو ئېلېكتر تەڭلىمىسى دەپ ئاتىلىدۇ.

【مىسال】 دولقۇن ئۇزۇنلۇقى 200nm بولغان ئۇلترا بىنەپشە نۇرنى ۋولفرامنىڭ سىرتقى يۈزىگە چۈشۈرگەندە، قويۇپ بەرگەن فوتو ئېلېكترونىنىڭ ئەڭ چوڭ ئېنېرگىيىسى 2.94eV بولىدۇ، دولقۇن ئۇزۇنلۇقى 160nm بولغان ئۇلترا بىنەپشە نۇرنى ۋولفرامنىڭ سىرتقى يۈزىگە چۈشۈرگەندە، قويۇپ بېرىدىغان فوتو ئېلېكترونىنىڭ ئەڭ چوڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى قانچىلىك بولىدۇ؟

تەھلىل: ئىككىنچى قېتىم نۇر چۈشۈرۈلگەندىكى فوتوننىڭ ئېنېرگىيىسى بىرىنچى قېتىمدىكىدىن چوڭ. ئىككى قېتىملىق نۇر چۈشۈرۈشتىكى ۋولفرامدىن قۇتۇلۇپ چىقىش ئىشى ئوخشاش بولىدىغانلىقتىن، فوتو ئېلېكترونىنىڭ ئەڭ چوڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىلىرىنىڭ ئايرىمىسى ئىككى قېتىم نۇر چۈشۈرۈلگەن فوتونلار ئېنېرگىيىلىرىنىڭ ئايرىمىسىغا تەڭ بولۇشى كېرەك.

يېشىش: ئىپادە(2) گە ئاساسەن بىرىنچى قېتىم نۇر چۈشۈرۈشكە قارىتا، مۇنداق بولىدۇ:

$$E_{k1} = h\nu_1 - W.$$

ئىككىنچى قېتىم نۇر چۈشۈرۈشكە قارىتا، مۇنداق بولىدۇ:

$$E_{k2} = h\nu_2 - W.$$

بۇ ئىككى ئىپادىنى بىر بىرىدىن ئالغاندا تۆۋەندىكى كېلىپ چىقىدۇ:

$$E_{k2} - E_{k1} = h\nu_2 - h\nu_1.$$

يەنى،

$$E_{k2} = E_{k1} + h(\nu_2 - \nu_1). \qquad (3)$$

دولقۇن ئۇزۇنلۇقى 200nm ۋە دولقۇن ئۇزۇنلۇقى160nm بولغان فوتونلارنىڭ چاستوتىلىرى ئايرىم - ئايرىم مۇنداق بولىدۇ:

$$\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3.00 \times 10^8}{200 \times 10^{-9}}\text{Hz} = 1.50 \times 10^{15}\text{Hz},$$

$$\nu_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3.00 \times 10^8}{160 \times 10^{-9}}\text{Hz} = 1.88 \times 10^{15}\text{Hz}.$$

ھەرقايسى مىقدارلارنى يۇقىرىقى ئىپادىدىكى ئورنىغا قويساق، ئىككىنچى قېتىم نۇر چۈشۈرگەندىكى فوتو ئېلېكترونىنىڭ ئەڭ چوڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىنىڭ تۆۋەندىكىدەك بولىدىغانلىقىنى بىلەلەيمىز:

$$E_{k2} = E_{k1} + h(\nu_2 - \nu_1)$$

$$= 2.94\text{eV} + \frac{6.63 \times 10^{-34} \times (1.88 \times 10^{15} - 1.50 \times 10^{15})}{1.60 \times 10^{-19}}\text{eV}$$

$$= 4.51\text{eV}.$$

مەخرەجدىكى 1.6×10^{-19} بولسا ئېنېرگىيىنىڭ بىرلىكىنى جوئۇلدىن ئې-لېكترون ۋولت (eV) قا ئۆزگەرتكەندە بارلىققا كەلگەن.

1 - مەشىق

(1) دولقۇن ئۇزۇنلۇقى 0.1220um بولغان ئۇلترا بىنەپشە نۇرنىڭ فوتونىنىڭ ئېنېرگىيىسىنى ھېسابلاڭ.

(2) ئېنېرگىيىسى 2.0×10^{-12}J بولغان فوتوننىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى قانچە؟

(3) كۆرۈنىدىغان نۇرلار دائىرىسى ئىچىدە قايسى خىل نۇرنىڭ فوتونىنىڭ ئېنېرگىيىسى ئەڭ چوڭ بولىدۇ؟ ئويلاپ

كۆرۈڭ، بۇخىل نۇر چوقۇم ئەڭ يورۇق بولامدۇ؟ نېمە ئۈچۈن؟

(4) 50 — بەتتىكى جەدۋەلگە ئاساسەن ھېسابلىغاندا، ئېلېكترون قانچىلىك ئىش ئىشلىسە ئاندىن سىنكنىڭ يۈزىدىن قۇتۇلۇپ چىقالايدۇ؟

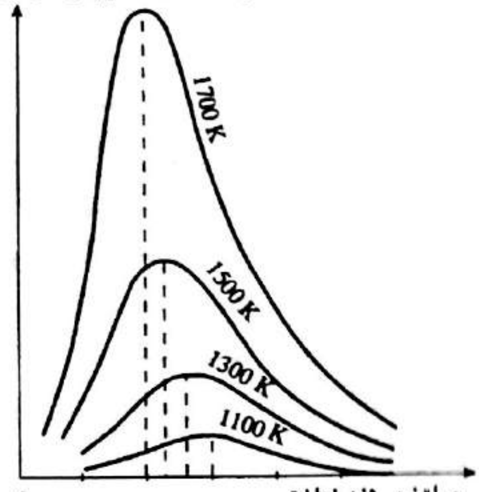
(5) ئېلېكترونىنىڭ سىماب يۈزىدىن قۇتۇلۇپ چىقىشىدا ئىشلىشى زۆرۈر بولغان ئىش 7.27×10^{-19} J بولسا، سىمابتا فوتو ئېلېكتر ئېففېكتى ھاسىل قىلىدىغان نۇرنىڭ لىمىت چاستوتىسى قانچە بولىدۇ؟ سىمابنىڭ يۈزىگە كۆرۈنىدىغان نۇرنى چۈشۈرۈش ئارقىلىق فوتو ئېلېكترون ھاسىل قىلغىلى بولامدۇ - يوق؟

ئوقۇش ماتېرىيالى

ئىسسىقلىق رادىئاتسىيىسى ۋە پلانكنىڭ كۋانت تەلىماتى

كۋانت نەزەرىيىسىنىڭ نۇقتىئىنەزىرى ئەڭ دەسلەپتە ئىسسىقلىق رادىئاتسىيىسىنىڭ (چېچىلىشىنىڭ) قانۇنىيىتىنى تەتقىق قىلغاندا كېلىپ چىققان.

ئەتراپىمىزدىكى جىسىملارنىڭ ھەممىسى ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنلىرىنى ئۈزلۈكسىز رادىئاتسىيىلەپ چىقىرىپ تۇرىدۇ، بۇلارنى مولېكۇلا ۋە ئاتوملارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ، شۇڭا ئىسسىقلىق رادىئاتسىيىسى دەپ ئاتىلىدۇ. جىسىمنىڭ ئۆي تېمپېراتۇرىسىدىكى ئىسسىقلىق رادىئاتسىيىسىدىكى ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ئۇزۇنراق بولۇپ، بىزنىڭ كۆرۈش سېزىمىمىزنى قوزغىيالمايدۇ. ئەمما تېمپېراتۇرا 500 C تىن يۇقىرى بولغاندا، ئۇ كۆرۈنىدىغان نۇرلارنى رادىئاتسىيىلەپ چىقىرىدۇ. تۆمۈر پارچىسىنى قىزدۇرغاندا چوغلىنىشىنىڭ سەۋەبى ئاشۇ پرىنسىپتىن ئىبارەت.



2.21 - رەسىم. ئىسسىقلىق رادىئاتسىيىسىنىڭ كۈچلۈكلۈكى بىلەن دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنىڭ مۇناسىۋىتى

جىسىملارنىڭ سىرتقى يۈزى ئىسسىقلىق رادىئاتسىيىلەشتىن باشقا، يەنە سىرتتىن كەلگەن ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنلىرىنى قايتۇرىدۇ. بەزى جىسىملارنىڭ قايتۇرۇش ئىقتىدارى كىچىكرەك بولۇپ، نۇر چۈشكەندە باشقا جىسىملارغا قارىغاندا قارىراق كۆرۈنىدۇ. مۇشۇنداق تۈردىكى جىسىملار بار بولۇپ، ئۇلار ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنلىرىنى تامامەن قايتۇرالمايدۇ دەپ پەرەز قىلىپ، بۇنداق جىسىملارنى مۇتلەق قارا جىسىم، قىسقىچە قارا جىسىم دەپ ئاتايمىز.

مۇتلەق قارا جىسىملارنىڭ ئىسسىقلىق رادىئاتسىيىسىنىڭ قانۇنىيىتى نىسبەتەن ئاددىي بولىدۇ. 19 ـ ئەسىرنىڭ ئاخىرلىرىدا نۇرغۇن كىشىلەر بۇ ھەقتە نۇرغۇن تەتقىقاتلارنى ئىشلىگەن. قارا جىسىمنىڭ رادىئاتسىيىسىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى يەككە ھالەتتىلا بولمايدۇ. ئۇ يەنە بىرلا ۋاقىتتا ھەرخىل دولقۇن ئۇزۇنلۇقلىرىدىكى ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنلىرىنى رادىئاتسىيىلەپ چىقىرىدۇ. دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ئوخشاش بولمىغان رادىئاتسىيىلىنىپ چىققان دولقۇنلارنىڭ كۈچلۈكلۈكىمۇ ئوخشاش بولمايدۇ. 2.21 ـ رەسىمدە تۆت خىل تېمپېراتۇرىدىكى مۇتلەق قارا جىسىمنىڭ رادىئاتسىيىسىنىڭ كۈچلۈكلۈكى بىلەن دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنىڭ مۇناسىۋىتى سىزىپ كۆرسىتىلگەن. بۇنىڭدىن كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى، تېمپېراتۇرىنىڭ ئۆرلىشىگە ئەگىشىپ، بىر تەرەپتىن، ھەرخىل دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىكى رادىئاتسىيىلەرنىڭ ھەممىسىنىڭ كۈچلۈكلۈكى ئاشىدۇ؛ يەنە بىر تەرەپتىن، رادىئاتسىيە كۈچلۈكلۈكىنىڭ ئەڭ چوڭ قىممىتى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى قىسقا بولغان يۆنىلىشكە قاراپ يۆتكىلىدۇ ياكى يۇقىرىقى ھالدا مۇنداق دېيىشكە بولىدۇ: «تېمپېراتۇرا قانچە يۇقىرى بولسا، رادىئاتسىيىلەپ چىقارغان ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى شۇنچە قىسقا بولىدۇ». قىزىتىپ چوغلاندۇرۇلغان تۆمۈر پارچىسىنىڭ تېمپېراتۇرىسى ئۈزلۈكسىز ئۆرلىتىلسە، ئۇ «ئاق» ئىسسىق ھالىتىگە يېتىدۇ. بۇنىڭ سەۋەبى شۇكى، تېمپېراتۇرىسى ئۆرلىگەندىن كېيىن، ئۇ رادىئاتسىيىلەپ چىقارغان يورۇقلۇقتا، دولقۇن ئۇزۇنلۇقى قىسقا بولغىنىنىڭ، مەسىلەن، كۆك نۇر ۋە بىنەپشە نۇرنىڭ ئىگىلىگەن نىسبىتى ئېشىپ، قۇياش يورۇقلۇقىدىكى ھەرخىل رەڭلىك نۇرلارنىڭ ئىگىلىگەن نىسبىتىگە تېخىمۇ يېقىنلىشىدۇ، شۇڭا قارىماققا ئاق كۆرۈنىدۇ. بۇ تەجرىبە قانۇنىيىتىنى قانداق

چۈشەندۈرۈشكە بولىدۇ؟ جىسىم توختىماستىن ھەرىكەت قىلىپ تۇرىدىغان زەرىچىلەردىن تۈزۈلىدۇ. كلاسسىك ئېلېكتر ماگنىت نەزەرىيىسىگە ئاساسەن، زەرەتلىك زەررىچىنىڭ تەۋرىنىشى ئۆزگىرىشچان توكقا تەڭداش بولىدۇ. شۇڭا بۇ مولېكۇلىلار، ئاتوملاردانە ـ دانە كىچىك ئانتېننىدەك، ئۇلار ھەرخىل ئېنېرگىيىلەرگە ئىگە بولۇپ، ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنلىرىنى سىرتقا رادىئاتسىيىلەپ چىقىرالايدۇ ياكى قوبۇل قىلالايدۇ، ئەمما مۇشۇنداق تونۇش ئاساسىدىكى بىر قاتار تەتقىقات نەتىجىلىرىنىڭ ھەممىسى تەجرىبە قانۇنىيىتى بىلەن بىردەك بولمىدى.

1900 ـ يىلى گېرمانىيە فىزىكا ئالىمى پلانىك ئۆز پەرىزىنى يۈرەكلىك ھالدا ئوتتۇرىغا قويۇپ، ئىسسىقلىق رادىئاتسىيىسى مەسىلىسىنى ھەل قىلدى. شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، كىشىلەرنىڭ مىكرو دۇنياغا بولغان تونۇشىنى ئۆزگەرتتى.

پلانىك زەررىچىنىڭ ئېنېرگىيىسى پەقەت مەلۇم بىر ئەڭ كىچىك ئېنېرگىيە قىممىتى E نىڭ پۈتۈن سان ھەسسىسى بولىدۇ، دەپ قارىغان. مەسىلەن، E ياكى $2E$ ، $3E$ … بولۇشى مۇمكىن. زەرەتلىك زەررىچە ئېنېرگىيە رادىئاتسىيىلەپ چىقارغاندا ياكى سۈمۈرگەندىمۇ بۇ ئەڭ كىچىك ئېنېرگىيە قىممىتىنى بىرلىك قىلغان ھالدا بىر بۆلەك ـ بىر بۆلەك بويىچە رادىئاتسىيىلەپ چىقىرىدۇ ياكى سۈمۈرىدۇ. ئەمدى بۆلگىلى بولمايدىغان بۇ ئەڭ كىچىك ئېنېرگىيە قىممىتى E ئېنېرگىيە كۋانتى دەپ ئاتىلىدۇ. مىكرو دۇنيادا ئېنېرگىيىنىڭ ئۈزلۈكسىز ئۆزگەرمەي، پەقەت يەككە قىممەت ئېلىش ھادىسىسى ئېنېرگىيىنىڭ كۋانتلىنىشى دەپ ئاتىلىدۇ.

بۇنداق قاراش بىلەن بىزنىڭ ماكرو دۇنيادىكى ئېنېرگىيىگە قارىتا بولغان تونۇشىمىز ئوخشاش ئەمەس. مەسىلەن، بىر پۇرژىنىلىق تەۋرەنگۈچ شارچىنى ئىتتىرىپ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن ئايرىۋەتكەندىن كېيىن، شارچە تەۋرىنىشكە باشلايدۇ، ئېنېرگىيىسى E بولىدۇ. كېيىنكى قېتىمدا ئۇنى يىراقراققا ئىتتىرىپ قويسا، ئۇنىڭ تەۋرىنىش ئېنېرگىيىسى كۆپرەك، مەسىلەن، $1.2E$ ياكى $1.3E$ بولىدۇ؛ شۇنداقلا ئۇنى تېخىمۇ يىراققا ئىتتىرىپ قويسا، ئېنېرگىيىسى تېخىمۇ چوڭ. مەسىلەن، $2.7E$ ياكى $3.3E$ بولىدۇ. پۇرژىنىلىق تەۋرەنگۈچنىڭ ئېنېرگىيىسى مەلۇم بىر ئەڭ كىچىك قىممەتلىك پۈتۈن سان ھەسسىسى بولمايدۇ. پەقەت ئېلاستىك چېكى ئىچىدە، شارچىنى ئىتتىرىپ خالىغان ئورۇنغا كەلتۈرسەك، ئۇنىڭ ئېنېرگىيىسى خالىغان قىممەتلىك بولىدۇ.

پلانىكنىڭ ئېنېرگىيە كۋانتى پەرىزىگە ئاساسەن ھېسابلاپ چىقىرىلغان قارا جىسىم رادىئاتسىيىسىنىڭ قانۇنىيىتى بىلەن ئۆلچەش پاكىتى ناھايىتى ياخشى ئۇيغۇن كېلىدۇ. ئەمما ئېنېرگىيىنىڭ كۋانتلىنىش كۆزقارىشى كوندىلىك تۇرمۇش تەجرىبىلىرىگە خىلاپ كېلىدىغانلىقتىن، ئەينى چاغدا كىشىلەر تەرىپىدىن قوبۇل قىلىنمىغان ئىدى. پلانىكنىڭ ئۆزىمۇ ئىككىلىنىپ قالغان ئىدى. كېيىن، ئېينشتېين كۋانتلىنىش كۆزقارىشىنى باتۇرلۇق بىلەن قوبۇل قىلىپ، فوتو ئېلېكتر ئېففېكتىنى مۇۋەپپەقىيەتلىك ھالدا چۈشەندۈرۈپ بەردى، بۇنىڭ بىلەن كۋانت نەزەرىيىسى يەنىمۇ تەرەققىي قىلىش يولىغا قاراپ ماڭدى.

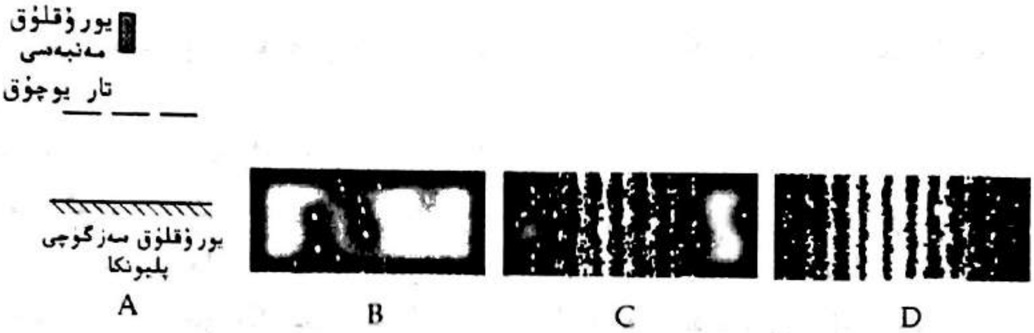
§ 2 . يورۇقلۇقنىڭ دولقۇن ۋە زەررىچىدىن ئىبارەت ئىككى ياقلىمىلىق خۇسۇسىيىتى

فوتو ئېلېكر ئېففېكتى ۋە كېيىن بايقالغان كومپتون ئېففېكتى يورۇقلۇقنىڭ بىرخىل زەررىچە ئىكەنلىكىنى شەكسىز ئىسپاتلىدى . ئەمما يورۇقلۇقنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيىسى ۋە يورۇقلۇقنىڭ دىفراكسىيىسى يورۇقلۇقنىڭ ھەقىقەتەن بىرخىل دولقۇن ئىكەنلىكىنى ئىپادىلىدى . يورۇقلۇق زادى نېمىدىن ئىبارەت؟ يورۇقلۇق بىرخىل دولقۇن ، شۇنىڭ بىلەن بىرۋاقىتتا ، يەنە بىرخىل زەررىچىدىن ئىبارەت . يورۇقلۇق ھەم دولقۇن ، ھەم زەررىچىدىن ئىبارەت ئىككى ياقلىمىلىق خۇسۇسىيەتكە ئىگە . مانا بۇ ھازىرقى زامان فىزىكىسىنىڭ جاۋابى .

يورۇقلۇق بىرخىل زەررىچە بولۇپ ، ئۇنىڭ ماددىغا بولغان تەسىرى «بىر بۆلەك ـ بىر بۆلەك» بويىچە ئېلىپ بېرىلىدۇ . 21 .3 ـ رەسىمئاجىز يورۇقلۇقتىن پايدىلىنىپ قوش يوچۇقتىكى ئىنتېرفېرېنسىيە تەجرىبىسىنى ئىشلىگەندىكى فوتو سۈرەت بولۇپ ، رەسىم B نىڭ يورۇقلۇققا تۇتۇلۇش ۋاقتى ئەڭ قىسقا ،

رەسىم D نىڭ يورۇقلۇقتا تۇتۇلۇش ۋاقتى ئەڭ ئۇزۇن . يورۇقلۇق سەزگۈچى پلىيونكىنى ئېكرانغا قويۇلىدىغان ئورۇنغا قويغاندا ، رەسىمدىكى ئاق نۇقتا بولسا فوتوننىڭ پلىيونكىغا چۈشكەن ئىزىدىن ئىبارەت بولىدۇ . بۇ فوتو سۈرەتلەر يورۇقلۇقنىڭ زەررىچىلىك خۇسۇسىيىتىنى ئېنىق گەۋدىلەندۇرۇپ بەردى . ئۇ بىزگە يەنە شۇنى ئېيتىپ بېرىدىكى ، فوتونلارنىڭ سانى كۆپ بولغان چاغدا (مەسىلەن ، رەسىم C ۋە D) ، بىز ئۇلارنى پەرقلەندۈرەلمەيمىز ، شۇڭا قارىماققا ئۇلار تۇتاشتەك كۆرۈنىدۇ .

قارىماققا تۇتاشتەك تۇرغان بەزى نەرسىلەرنى يەنە بىر ئۆلچەم بويىچە كۆزەتكەندە، ئۇلارنىڭ تۇتاش ئەمەسلىكىنى بايقاشقا بولىدۇ. قۇم دۆۋىسى دانە ـ دانە يەككە قۇم دانىچىلىرىدىن تەشكىل تاپىدۇ. ئەمما قورۇلۇش ئورنىدىكى بىر دۆۋە قۇم ئۆز ئىچىگە ئالغان قۇم دانىچىلىرى بەك كۆپ بولىدۇ، قۇم دۆۋىسىنىڭ ھەجمىنى ئۆلچەشتە ئۇنى تۇتاش دەپ قاراشقا بولىدۇ.



3.21 ـ رەسىم . يورۇقلۇقتا تۇتۇلۇش مىقدارى ناھايىتى ئاز بولغاندا يورۇقلۇقنىڭ زەررىچىلىك خۇسۇسىيىتىنى ناھايىتى ئېنىق كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ . يورۇقلۇقتا تۇتۇلۇش مىقدارى چوڭ بولغاندا زەررىچىلەرنىڭ جايلىشىشىنىڭ دولقۇن قانۇنىيىتىگە بويسۇنىدىغانلىقىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ .

ئەمدى يەنە يورۇقلۇقنىڭ دولقۇنلۇق خۇسۇسىيىتىگە قاراپ باقايلى . يەككە فوتوننىڭ قوش يوچۇقتىن ئۆتكەندىن كېيىنكى چۈشۈش نۇقتىسىنى مۆلچەرلىگىلى بولمايدۇ (3.21 ـ رەسىم B) ، ئەمما نۇرغۇن فوتونلارنىڭ پلىيونكىدىكى ئورۇنلىرىنى تەتقىق قىلىش ئارقىلىق مۇنداق قانۇنىيەتنى بايقايمىز : فوتونلارنىڭ بەزى لېنتىسىمان دائىرىلەرگە چۈشۈش مۇمكىنچىلىكى چوڭراق بولىدۇ ، مەسىلەن ، رەسىم C ، D لار . نېمە دېگەن «دەل كېلىپ قالغان» ، بۇ لېنتىسىمان دائىرىلەر دەل مەلۇم خىل دولقۇننىڭ قوش يوچۇقتىن ئۆتكەندە ئىنتېرفېرېنسىيە ھاسىل قىلغاندىكى ئامپلىتۇدىسىنىڭ كۈچەيگەن دائىرىسىدىن ئىبارەت بولىدۇ . بۇ ھادىسە شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى ، فوتونلارنىڭ بوشلۇقتىكى ھەرقايسى نۇقتىلاردا بارلىققا كېلىش مۇمكىنچىلىكىنىڭ ئېھتىماللىقى (چوڭ ـ كىچىكلىكى)نى دولقۇن قانۇنىيىتى ئارقىلىق بايان قىلىشقا بولىدۇ . بىزنىڭ يورۇقلۇق بىرخىل دولقۇن دەپ ئېيتقىنىمىز مۇشۇ مەنىنى بىلدۈرىدۇ . دەل مۇشۇ سەۋەب تۈپەيلىدىن ، فىزىكىدا يورۇقلۇق دولقۇنى **ئېھتىماللىق دولقۇنى** دەپ ئاتىلىدۇ .

مۇلاھىزە ۋە مۇھاكىمە

چۈشىنىشكىزگە ئاساسەن ئېھتىماللىقنىڭ مەنىسىنى چۈشەندۈرۈڭ. كۈندىلىك تۇرمۇشتىكى ياكى ئىلىم ـ پەندىكى بىر ـ ئىككى مىسالنى كەلتۈرۈش ئارقىلىق، بەزى ۋەقەلەر ئايرىم (يەككە) ھالدا بارلىققا كەلگەندە ھېچقانداق قانۇنىيەتنى كۆرۈۋالغىلى بولمايدىغانلىقى، كۆپلەپ بارلىققا كەلگەندە مۇئەييەن قانۇنىيەتنى كۆرسىتىپ بېرىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرۈڭ.

يورۇقلۇق ھەم بىرخىل دولقۇن ، ھەم بىرخىل زەررىچە بولسا ، بۇ زادى قانداق بىر كارتىنا ؟ بىز ، بىر دەستە يورۇقلۇقتىكى فوتونلارنىڭ ئۆز ئارا تەسىرى نەتىجىسىدە بۇ دەستە يورۇقلۇق دولقۇنلۇق خۇسۇسىيەتنى ئىپادىلەيدۇ ، دەپ پەرەز قىلالايمىز . ئەمما ، تۆۋەندىكى تەجرىبە بۇخىل كارتىنىنى ئىنكار قىلىۋەتتى .

يەنىلا قوش يوچۇقتىكى ئىنتېرفېرېنسىيە تەجرىبىسىنى ئويلىشىمىز . بىراق ، يورۇقلۇق مەنبەسى بىلەن يورۇقلۇق سەزگۈچى پىلىيونكا ئارىسىدا بىرلا ۋاقىتتا ئىككى دانە ياكى تېخىمۇ كۆپ فوتون مەۋجۇت بولمايدىغان دەرىجىدىكى تېخىمۇ ئاجىز يورۇقلۇق مەنبەسىنى ئىشلىتىمىز . ئوخشاش بولمىغان يورۇقلۇققا تۇتۇش ۋاقىتلىرى بويىچە تارتىپ ئېرىشكەن فوتو سۈرەتلەر 3.21 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندىكىگە ئوخشاش بولىدۇ . ئوخشاش بىر پەيتتە پەقەت بىردانە فوتون يورۇقلۇق سەزگۈچى ئېكرانغا قاراپ ئۇچىدىغانلىقتىن ، يورۇقلۇقنىڭ دولقۇنلۇق خۇسۇسىيىتى فوتونلار ئارىسىدىكى ئۆز ئارا تەسىردىن كېلىپ چىققان بولمايدۇ ، دولقۇنلۇق خۇسۇسىيەت فوتوننىڭ ئۆزىگە خاس بىرخىل خۇسۇسىيىتىدىن ئىبارەت .

بۇ تەجرىبىدە ، ھەرقېتىمدا پەقەت بىردانە فوتون تار يوچۇقتىن ئۆتسىمۇ ، ئەگەر قوش يوچۇقلارنىڭ بىرىنى توسۇپ قويسا ، خۇددى فوتون بىردانە تار يوچۇقتىن ئۆتكەن چاغدىلا يەنە بىر تار يوچۇقنىڭ مەۋجۇت-مەۋجۇت ئەمەسلىكىنى «بىلىۋالالايدىغان»دەك ، يورۇقلۇق سەزگۈچى ئېكراندا ئىنتېرفېرېنسىيە ئىزى بارلىققا كەلمەيدۇ .

فوتوننىڭ ھەرىكىتىنى نېمە ئۈچۈن بۇنداق ئاسانلىقچە بىلگىلى بولمايدۇ ؟

بىز فىزىكىلىق ئۇقۇم ياكى فىزىكىلىق قانۇنىيەتلەرنى مۇلاھىزە قىلغان ۋاقتىمىزدا ، كۆپ ھاللاردا مېڭىمىزدە بىرخىل مودېل پەيدا بولۇپ قالىدۇ ، ئۇنى بىۋاسىتە كۆرگىلى بولمايدىغان نەرسىلەرگە ۋەكىل قىلىۋالىمىز . مەسىلەن ، گاز مولېكۇلىلىرىنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتىنى سۆزلىگەندە ، گاز مولېكۇلىلىرىنى دانە ـ دانە مۇتلەق قاتتىق شارچىلار قاچىدا تەرتىپسىز ھەرىكەت قىلىدۇ ،دەپ قىياس قىلىۋالىمىز . توكنى سۆزلىگەندە بولسا سۇ ئېقىمىنى ئويلاپ ، زەرەتلىك زەررىچىلەرنىڭ ئۆتكۈزگۈچتىكى ئاققان ھەرىكىتىنى سۇ ئېقىمىغا ئوخشىتىمىز . يورۇقلۇقنىڭ دولقۇنلۇق خۇسۇسىيىتىنى ، كۆزەتكىنىمىزدە ، دەرھال سۇ دولقۇنىنى ئويلايمىز ؛ يورۇقلۇقنىڭ زەررىچىلىك خۇسۇسىيىتىنى كۆزەتكىنىمىزدە يەنە ئۇچۇپ كېتىۋاتقان ئوقنى ئويلايمىز . يورۇقلۇق ھەم دولقۇنلۇق خۇسۇسىيىتىنى ھەم زەررىچىلىك خۇسۇسىيىتىنى ئىپادىلىگەندە بولسا ، تەس ئەھۋالدا قالىمىز . چۈنكى ئۆزىمىزنىڭ تەجرىبىسىدىن ھەم دولقۇن ، ھەم زەررىچىدىن ئىبارەت بولغان نەرسىنى تاپالمايمىز .

نېمە ئۈچۈن بۇنداق قىيىنچىلىق كېلىپ چىقىدۇ ؟چۈنكى بىزنىڭ تەجرىبىمىز ماكرو جىسىملارنىڭ ھەرىكىتى بىلەن چەكلىنىپ قالغان ، مىكرو دۇنيانىڭ بەزى خاس خۇسۇسىيەتلىرى ماكرو دۇنيانىڭكىگە ئوخشاش بولمايدۇ ، بىزدە ئەزەلدىن بۇنداق كەچۈرمىشلەر بولمىغان . ئىنسانىيەتنىڭ تونۇش دائىرىسى ئۈزلۈكسىز كېڭىيىپ ، بىۋاسىتە ھېس قىلغىلى بولمايدىغان شەيئىلەر ئالدىمىزدا بارلىققا كەلمەكتە . بۇنداق ئەھۋالدا بىز مەلۇم خىل مودېلنى قىياس قىلىشىمىز كېرەك ; گەرچە كۆندىلىك تەجرىبىمىز بىلەن ئۆلچىگەندە ، بۇ مودېلنىڭ قىلمىشى ئىنتايىن غەلىتە بولسىمۇ ، لېكىن تەجرىبە نەتىجىسى بىلەن بىردەك بولسىلا ، ئۇ مۇئەييەن دائىرە ئىچىدە تەتقىق قىلىنىدىغان ئوبيېكتقا توغرا ۋەكىللىك قىلالايدۇ .

2 ـ مەشىق

(1) بىر ـ ئىككى تەجرىبە ياكى تەبىئەت ھادىسىسىنى تەھلىل قىلىپ ، يورۇقلۇقنىڭ بىرخىل دولقۇن ئىكەنلىكىنى چۈشەندۈرۈڭ ؛يەنە بىر ـ ئىككى تەجرىبە ياكى تەبىئەت ھادىسىسىنى تەھلىل قىلىپ ، يورۇقلۇقنىڭ زەررىچىلەر ئېقىمىدىن ئىبارەت ئىكەنلىكىنى چۈشەندۈرۈڭ .

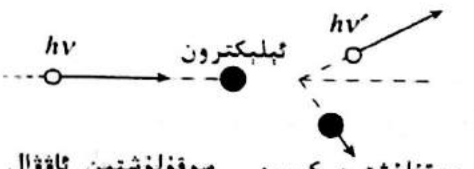
(2) 3.21 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىنى تەھلىل قىلىپ ، يورۇقلۇقنىڭ دولقۇنلۇق خۇسۇسىيىتىنىڭ

فوتونلار ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىردىن كېلىپ چىقمىغانلىقىنى چۈشەندۈرۈڭ .

(3) 3.21 – رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىنى تەھلىل قىلىپ ، يورۇقلۇق دولقۇنىنىڭ بىرخىل ئېھتىماللىق دولقۇنىدىن ئىبارەت ئىكەنلىكىنى چۈشەندۈرۈڭ .

كومپتون ئېففېكتى

فوتونلار مۇھىتتا ماددىلارنىڭ زەررىچىلىرى بىلەن ئۆزئارا تەسىر قىلىشىپ، يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىشىنى خالىغان يۆنىلىشلەرگە بۇرىۋېتىشى مۇمكىن. بۇخىل ھادىسە يورۇقلۇقنىڭ چېچىلىشى دەپ ئاتىلىدۇ. كۈندۈزى ئاسمان بوشلۇقىنىڭ ھەممە يېرى يورۇق بولىدۇ، بۇ ئاتموسفېرا مولېكۇلىلىرىنىڭ قۇياش نۇرىنى چاچقانلىقىنىڭ نەتىجىسى. ئالەم ئۇچقۇچىسى ئاتموسفېرا قاتلىمىنىڭ سىرتىدا ئۇچۇۋاتقاندا، گەرچە قۇياش نۇرى كۆزنى چېقىپ تۇرسىمۇ، باشقا يۆنىلىشلەردىكى ئاسمان بوشلۇقى قاراڭغۇ بولۇپ، ھەتتا يۇلتۇزلارنى كۆرگىلى بولىدۇ. بۇنىڭ سەۋەبى يورۇقلۇقنى چاچىدىغان ئاتموسفېرانىڭ يوقلۇقىدا.



4.21 – رەسىم. فوتون ئېنېرگىيىگە ئىگە ھەم ھەرىكەت مىقدارىغا ئىگە.

1922 – يىلى ئامېرىكا فىزىكا ئالىمى كومپتون گرافىتتىكى ئېلېكترونلارنىڭ X نۇرىنى چېچىشىنى تەتقىق قىلغاندا، بەزى چېچىلغان دولقۇنلارنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنىڭ چۈشكەن دولقۇننىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىن ئازراق چوڭ بولىدىغانلىقىنى بايقاپ، بۇ فوتونلار بىلەن ئېلېكترونلار سوقۇلۇشقاندا، فوتوننىڭ ئېنېرگىيىلىرى ئېلېكترونغا ئازراق يۆتكەلگەنلىكى دەپ قارىغان(4.21 – رەسىم). كومپتون مۇنداق پەرەز قىلغان: فوتون ئېلېكترون، پروتوندەك مۇشۇنداق ئەمەلىي ماددا زەررىچىلەرگە ئوخشاش ئېنېرگىيىگە ئىگە بولۇپلا قالماي، يەنە ھەرىكەت ئېنېرگىيىمۇ ئىگە بولۇپ، سوقۇلۇش جەريانىدا ئېنېرگىيىسى ساقلىنىدۇ، ھەرىكەت مىقدارىمۇ ساقلىنىدۇ. ئۇ مۇشۇ تەپەككۇر بويىچە تەڭلىمە تۈزۈپ چېچىلىشتىن ئاۋۋالقى – كېيىنكى دولقۇن ئۇزۇنلۇقلىرىنىڭ ئايرىمىسىنى تېپىپ چىققان. نەتىجە تەجرىبە سانلىق مەلۇماتىغا تامامەن ئۇيغۇن كەلگەن. شۇنىڭ بىلەن ئۇ ئۆزىنىڭ پەرىزىنى ئىسپاتلىغان. بۇ ھادىسە كومپتون ئېففېكتى دەپ ئاتىلىدۇ.

كومپتون ئېففېكتى يورۇقلۇقنىڭ زەررىچىلىك خۇسۇسىيىتىنى يەنىمۇ ئىلگىرىلەپ ئىسپاتلىدى. فوتون يورۇقلۇق ئېنېرگىيىسىنىڭ ئەڭ كىچىك بىرلىكى بولۇپلا قالماستىن، ئۇ يەنە ھەرىكەت مىقدارىغا ئىگە بولۇپ، بۇ جەھەتتە فوتون، پروتون ۋە ئېلېكترون قاتارلىق ئەمەلىي ماددا زەررىچىلىرىگە ئوخشاش بولىدۇ، ئۇ ھەقىقەتەن بىرخىل مىكرو زەررىچىدىن ئىبارەت. كومپتون مۇشۇ بايقىشى ئارقىلىق 1927 – يىللىق نوبېل فىزىكا مۇكاپاتىغا ئېرىشكەن.

§3 ئېنېرگىيە دەرىجىسى

تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ، ئاتومنىڭ مۇتلەق كۆپ قىسىم ماسسىسى ۋە ھەممە مۇسبەت زەرىتى ئاتوم يادروسىغا مەركەزلەشكەن بولۇپ ، ئېلېكترونلارنىڭ يادرو سىرتىدا ئايلىنىپ تۇرىدىغانلىقىنى ئۆگەنگەنىپ ئۆتتۇق . بۇ مودېل رېزېرفورد (1871~1937) ئوتتۇرىغا قويغان ئاتومنىڭ يادرولۇق تۈزۈلۈش مودېلىدىن ئىبارەت . بۇ مودېلنى ۋە α زەررىچىنىڭ چېچىلىشىنى 22 – بابتا چوڭقۇرراق مۇھاكىمە قىلىپ ئۆتىمىز .

19 – ئەسىرنىڭ ئاخىرى ۋە 20 – ئەسىرنىڭ باشلىرىدا ، ئىنسانىيەت مىكرو دۇنيانىڭ دەرۋازىسىنى ئاچتى ، فىزىكا ئالىملىرى ئاتوم تۈزۈلۈشى ھەققىدىكى ھەرخىل مودېللارنى ئوتتۇرىغا قويدى . رېزېرفورد-

نىڭ ئاتومنىڭ يادرولۇق تۈزۈلۈش مودېلى تەجرىبە ھادىسىلىرىنى ناھايىتى ياخشى چۈشەندۈرۈپ بېرەلىگەنلىكتىن، كۆپلىگەن كىشىلەرنىڭ قوللىشىغا ئېرىشتى. ئەمما كلاسسىك فىزىكىنىڭ نۇقتىئىنەزىرى بويىچە ھۆكۈم قىلغاندا، ئوربىتىدا ھەرىكەت قىلىۋاتقان ئېلېكترون زەرەتلىك بولۇپ، ھەرىكەت جەريانىدا ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنى رادىئاتسىيىلەپ چىقىرىدۇ. ئېلېكترون ئېنېرگىيىسى خورىغانلىقتىن ئوربىتا رادىئۇسى بارغانسېرى كىچىكلەپ، ئاخىر ئاتوم يادروسىغا چۈشۈپ كېتىدۇ. ئېلېكترونىنىڭ ئوربىتىسىنىڭ ئۆزگىرىشى تۇتاش بولغانلىقتىن، ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنى رادىئاتسىيىلەش چاستوتىسىمۇ تۇتاش ئۆزگىرىدۇ. ئەمەلىيەتتە، ئاتوم تۇراقلىق بولىدۇ، ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنى رادىئاتسىيىلەش چاستوتىسىمۇ مەلۇم بەلگىلەنگەن قىممەتلىك بولىدۇ. بۇ زىددىيەتلەرنى ھەل قىلىش ئۈچۈن، نۇرغۇن فىزىكا ئالىملىرى ئۆزلىرىنىڭ پەرەزلىرىنى ئوتتۇرىغا قويۇشتى، بۇ پەرەزلەر تەرەققىي قىلىپ ئاخىر بۈگۈنكى كۋانت مېخانىكىسى بارلىققا كەلدى.

19 - ئەسىرنىڭ ئاخىرىدىن ئىلگىرى تىكلەنگەن فىزىكا ئادەتتە كلاسسىك فىزىكا دەپ ئاتىلىدۇ. كلاسسىك فىزىكا نەزەرىيىسىگە ئاساسەن، ئەگەر زەرەتلىك زەررىچە ئۆزگىرىشچان ھەرىكەت (تەۋرىنىش بىلەن چەمبەر بويلىما ھەرىكەتنى ئۆز ئىچىگە ئالىدۇ) قىلسا، زەررىچە چوقۇم ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنى شەكلىدە سىرتقا ئېنېرگىيە رادىئاتسىيىلەپ چىقىرىدۇ، رادىئاتسىيىسىنىڭ چاستوتىسى تەۋرىنىشى ياكى چەمبەر بويلىما ھەرىكىتىنىڭ چاستوتىسىغا تەڭ بولىدۇ.

دانىيە فىزىكا ئالىمى بور 1913 - يىلى ئۆزىنىڭ ئاتوم تۈزۈلۈشى ھەققىدىكى پەرىزىنى ئوتتۇرىغا قويۇپ، مۇنداق دەپ قارىغان، ئاتوم يادروسىنى ئايلىنىپ ھەرىكەت قىلىپ تۇرىدىغان ئېلېكترونلار ئوربىتىلىرىنىڭ رادىئۇسى پەقەت مەلۇم يەككە سانلىق قىممەتلىك بولىدۇ. بۇخىل ھادىسە ئوربىتىنىڭ كۋانتلىنىشى دەپ ئاتىلىدۇ؛ ئوخشاش بولمىغان ئوربىتىلار ئوخشاش بولمىغان ھالەتلەرگە ماس بولىدۇ، بۇ ھالەتلەردە ئېلېكرونلار ئۆزگىرىشچان ھەرىكەت قىلسىمۇ، ئەمما ئېنېرگىيە رادىئاتسىيىلەپ چىقارمايدۇ، شۇڭا بۇ ھالەتلەر مۇقىم بولىدۇ؛ ئاتوم ئوخشاش بولمىغان ھالەتلەردە ئوخشاش بولمىغان ئېنېرگىيىگە ئىگە بولىدۇ، شۇڭا ئاتومنىڭ ئېنېرگىيىسىمۇ كۋانتلاشقان بولىدۇ.

بورنىڭ نەزەرىيىسى بىزنىڭ ئادەتتىكى نۇقتىئىنەزىرىمىزگە كۆپ ئوخشىمايدۇ.

كىشىلەر ئادەتتە ئاتوم يادروسى ۋە ئۇنىڭ ئەتراپىدىكى ئېلېكترونلارنى قۇياش سىستېمىسى ياكى يەر شارى بىلەن سۈنئىي ھەمراھقا ئوخشىتىدۇ. يەرشارى بىلەن سۈنئىي ھەمراھنى مىسالغا ئالساق، ئەگەر بىز بىر سۈنئىي ھەمراھنى قويۇپ بەرسەك، ئۇ بەلگىلىك ئېنېرگىيىگە ئىگە بولۇپ، مۇئەييەن دۈگىلەك ئوربىتىدا ھەرىكەت قىلىدۇ. ئەگەر ئېھتىياجلىق بولسا، بۇ سۈنئىي ھەمراھنىڭ ئېنېرگىيىسىنى چوڭراق قىلىپ، ئۇنى تېخىمۇ چوڭراق ئوربىتىدا ئايلاندۇرغان قىلالايمىز. ئەمما بۇ كارتىنىنى كىچىكلىتىپ، ئاتوم يادروسى بىلەن ئۇنىڭ ئەتراپىدىكى ئېلېكترونىنىڭ ھەرىكىتىنى مۇشۇنداق دەپ قاراشقا بولمايدۇ. بورنىڭ نەزەرىيىسىدە، ئېلېكترونىنىڭ ئوربىتىلىرىنىڭ رادىئۇسى پەقەتلا بەزى يەككە سانلىق قىممەتلەردىنلا ئىبارەت بولىدۇ. مەسىلەن، ھىدروگېن ئاتومىدىكى ئېلېكترونىنىڭ ئوربىتىسىنىڭ ئەڭ كىچىك رادىئۇسى 0.053nm بولۇپ، تېخىمۇ كىچىك بولۇشى مۇمكىن ئەمەس؛ ئېلېكترون رادىئۇسى 0.2120nm، 0.4770nm··· بولغان ئوربىتىلاردا ئايلىنىشى مۇمكىن، ئەمما ئوربىتا رادىئۇسى بۇ سانلىق قىممەتلەر ئارىسىدىكى مەلۇم بىر قىممەتلىك بولمايدۇ.

بور نەزەرىيىسى ھىدروگېن ئاتومى رادىئاتسىيىلەپ چىقارغان ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنلىرىنىڭ سپېكترى ھەققىدىكى مەسىلىلەرنى مۇۋەپپەقىيەتلىك ھالدا چۈشەندۈردى ۋە ئالدىن مۆلچەرلىدى. ئەمما بۇمۇ چەكلىمىلىككە ئىگە. بىر تەرەپتىن، ئۇ يادرو سىرتىدىكى ئېلېكترونلارنىڭ ھەرىكىتىنى ھەل قىلىشتا كۋانتلىنىش نۇقتىئىنەزىرىنى ئېلىپ كىرگەن؛ ئەمما شۇنىڭ بىلەن بىرۋاقىتتا، يەنە «ئوربىتا» قاتارلىق كلاسسىك ئۇقۇم ۋە مەركەزگە ئىنتىلمە كۈچ، نيۇتوننىڭ ئىككىنچى قانۇنى قاتارلىق نيۇتون مېخانىكىسىغا ئائىت قانۇنىيەتلەردىن پايدىلانغان. ئەمەلىيەتتە نيۇتون مېخانىكىسى مىكرو دائىرىگە مۇۋاپىق كەلمەيدۇ، شۇڭا بورنىڭ نەزەرىيىسى ھىدروگېن ئاتومى سپېكتىرىدىن سىرت، باشقا مەسىلىلەردە چوڭ قىيىنچىلىققا دۇچ كەلدى. 20 - ئەسىرنىڭ 20 - يىللىرى تەرەققىي قىلغان كۋانت مېخانىكىسى يېپيېڭى نۇقتىئىنەزەر بويىچە مىكرو دۇنيانىڭ ئاساسىي قانۇنىيەتلىرىنى شەرھلەپ، مىكرو ھەرىكەتلەرگە چېتىلىدىغان ھەرقايسى ساھەلەردە زور مۇۋەپپەقىيەتلەرگە ئېرىشتى.

ئېنېرگىيە دەرىجىسى هازىرقى زامان فىزىكىسى ئاتومنىڭ مۇمكىنچىلىك ھالىتى تۇتاش بولمايدۇ، شۇڭا ھەرقايسى ھالەتلەرگە ماس بولغان ئېنېرگىيەلەرمۇ تۇتاش بولمايدۇ، دەپ قارايدۇ. بۇ ئېنېرگىيە قىممەتلىرى ئېنېرگىيە دەرىجىسى دەپ ئاتىلىدۇ. 5.21 ـ رەسىمدە ھىدروگېن ئاتومىنىڭ ئېنېرگىيە دەرىجىسى سىزىپ كۆرسىتىلدى.

ئاتومنى ئىئونلاش ئۈچۈن، سىرتتىن ئاتومغا قارىتا ئىش ئىشلەش ئارقىلىق ئېلېكترونىنى ئۇنىڭ بىلەن ئاتوم يادروسى ئارىسىدىكى كۇلون كۈچىنىڭ بوغۇپ تۇرۇشىدىن قۇتۇلدۇرۇش كېرەك. شۇڭا ئاتومنىڭ ئىئونلانغاندىن كېيىنكى ئېنېرگىيىسى ئۇنىڭ ھەرخىل ھالەتلەردە تۇرغاندىكى ئېنېرگىيىلىرىنىڭ ھەممىسىدىن يۇقىرى بولىدۇ. ئەگەر ئىئونلانغاندىن كېيىنكى ئېلېكترون بىلەن ئاتومنىڭ قالدۇق قىسىملىرىنىڭ ئېنېرگىيىلىرىنىڭ (ئۇلار نىسپىي تىنچ تۇرغاندىكى) يىغىندىسى 0 دەپ خاتىرىلەنسە، باشقا ھالەتلىرىدىكى ئېنېرگىيىلىرى مەنپىي قىممەتلىك بولىدۇ.

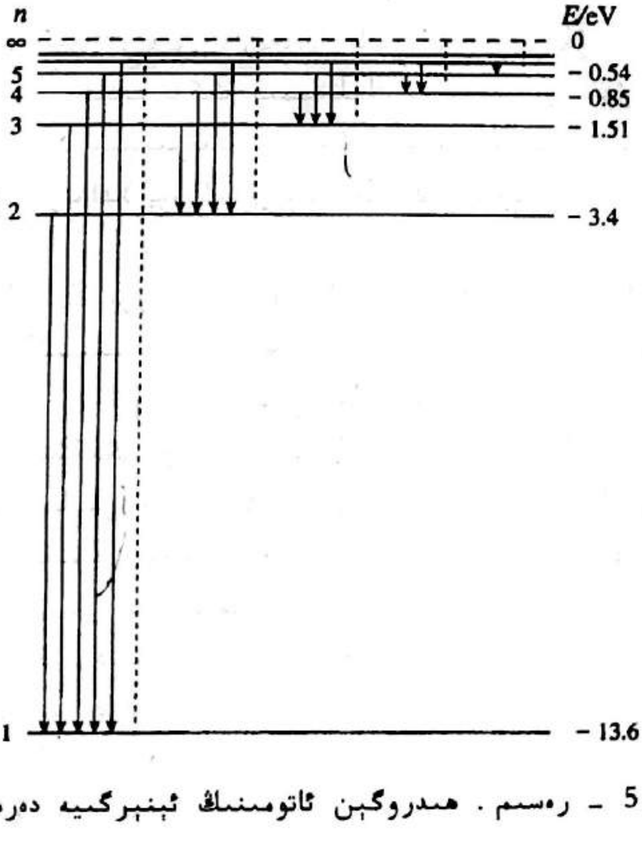
ئاتومنىڭ ئېلېكترونىنى يوقىتىپ قويۇش جەريانى ئىئونلىنىش دەپ ئاتىلىدۇ.

ھەرقايسى ھالەتلىرىنىڭ بەلگىسى 1، 2، 3 …لەر كۋانت سانى دەپ ئاتىلىپ، ئادەتتە n بىلەن ئىپادىلىنىدۇ. ئېنېرگىيىنىڭ ئەڭ تۆۋەن ھالىتى **ئاساسىي ھالەت** دەپ ئاتىلىدۇ، باشقا ھالەتلىرى **قوزغىلىش ھالىتى** دەپ ئاتىلىدۇ. ئاساسىي ھالەت بىلەن ھەرقايسى قوزغىلىش ھالەتلىرىنىڭ ئېنېرگىيىلىرى ئايرىم ـ ئايرىم E_1، E_2، E_3 …لەر ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ.

ئاتومنىڭ ئېنېرگىيىسىلا كۋانتلاشقان بولۇپ قالماي، ئاتوم يادروسىنىڭ ئېنېرگىيىسىمۇ كۋانتلاشقان بولىدۇ، شۇڭا ئاتوم يادروسىدىمۇ ئېنېرگىيە دەرىجىسى مەۋجۇت.

فوتوننىڭ تارقىلىشى ۋە سۈمۈرۈلۈشى ئاتوم ئاساسىي ھالەتتە تۇرغاندا ئەڭ مۇقىم بولىدۇ، يۇقىرىراق ئېنېرگىيە دەرىجىسىدە تۇرغاندا ئۆزلۈكىدىن تۆۋەنرەك ئېنېرگىيە دەرىجىسىگە سەكرەيدۇ، بىر قېتىم ياكى بىرنەچچە قېتىملىق سەكرەش ئارقىلىق ئاساسىي ھالەتكە يېتىدۇ. سەكرىگەندە فوتون شەكلىدە ئېنېرگىيە قويۇپ بېرىدۇ. ئاتومنىڭ باش، ئاخىرقى ئىككى ئېنېرگىيە دەرىجىسى E_m بىلەن E_n $(m>n)$ ئارىسىدا سەكرىگەندىكى فوتون تارقىتىش چاستوتىسى ν نى تۆۋەندىكى فورمۇلىدىن بەلگىلەشكە بولىدۇ:

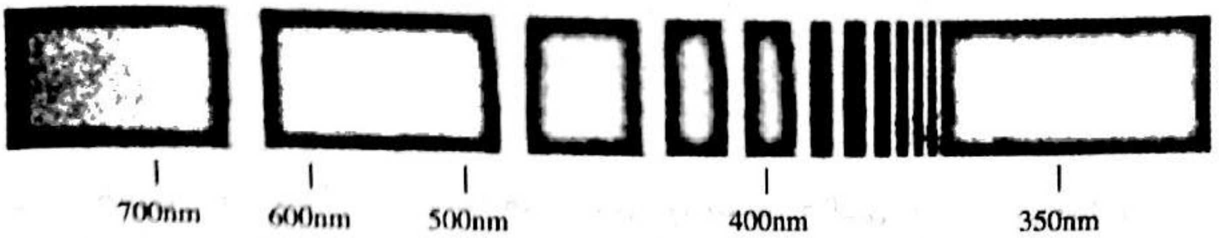
$$h\nu = E_m - E_n \quad (1)$$



5.21 ـ رەسىم. ھىدروگېن ئاتومىنىڭ ئېنېرگىيە دەرىجىسى

ئاتوم فوتوننى سۈمۈرۈۋالغاندىن كېيىن تۆۋەنرەك ئېنېرگىيە دەرىجىسىدىن يۇقىرىراق ئېنېرگىيە دەرىجىسىگە سەكرەيدۇ.

ئاتوم سپېكترى شالاڭ گاز توك ئۆتكەندىن كېيىن يورۇقلۇق چىقىرىدۇ، سپېكتروسكوپ ئارقىلىق گاز چىقارغان يورۇقلۇقنىڭ سپېكترىغا ئېرىشكىلى بولىدۇ. بىراق، بۇ خىل سپېكتر تۇتاش بولمايدۇ، ئۇ يەككە بىرنەچچە تال يورۇق سىزىقتىن ئىبارەت بولىدۇ. يەنى شالاڭ گاز توك ئۆتكەندە پەقەت چاستوتىسى ئېنىق بولغان بىرنەچچە خىل نۇر چىقىرىدۇ. ئوخشاش بولمىغان گازلار سپېكترلىرىنىڭ يورۇق سىزىقلىرىنىڭ ئورنى ئوخشاش بولمايدۇ، بۇ — ئوخشاش بولمىغان گازلارنىڭ يورۇقلۇق چىقىرىش چاستوتىلىرىنىڭ ئوخشاش بولمايدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ. 6.21 - رەسىمدە ھىدروگېننىڭ بىرنەچچە تال سپېكتر سىزىقى بېرىلگەن.



6.21 - رەسىم. ھىدروگېن ئاتومىنىڭ سپېكترى. رەسىم ئاستىدىكى سانلىق قىممەتلەر ۋە قىسقا سىزىقلار دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنىڭ شكالىسى

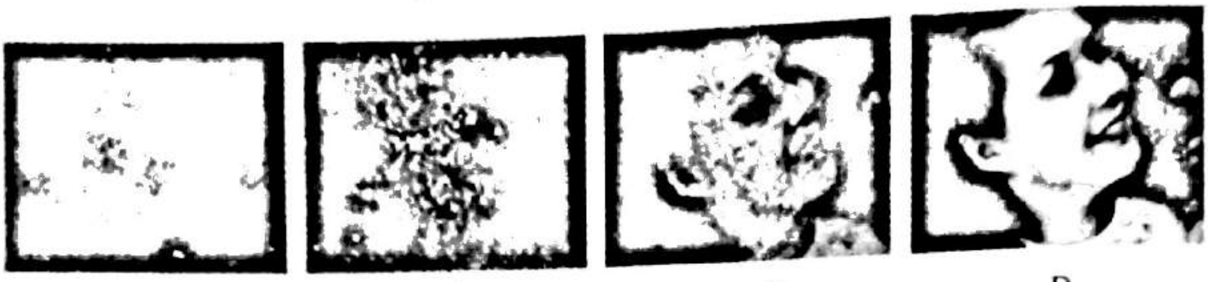
كىشىلەر ئاتومنىڭ ئىچكى تۈزۈلۈشىنى بىلىشتىن ئىلگىرىلا گازلارنىڭ سپېكترىنى كۆزەتكەن ئىدى. بىراق ئۇ چاغلاردا نېمە ئۈچۈن گازلار سپېكترلىرىنىڭ پەقەت ئۆز ئارا ئۇلاشمايدىغان بىرنەچچە تال ئالاھىدە سپېكتر سىزىقىغىلا ئىگە بولىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرۈشكە ئامال يوق ئىدى.

بورنىڭ نەزەرىيىسى ھىدروگېن ئاتومىنىڭ سپېكترىنى ناھايىتى ياخشى چۈشەندۈرۈپ بەردى. ئاتوم يۇقىرى ئېنېرگىيە دەرىجىسىدىن تۆۋەن ئېنېرگىيە دەرىجىسىگە سەكرىگەندە، رادىئاتسىيىلەپ چىقارغان فوتوننىڭ ئېنېرگىيىسى ئىلگىرى - كېيىنكى ئىككى ئېنېرگىيە دەرىجىسىنىڭ ئايرىمىسىغا تەڭ بولىدۇ. ئاتومنىڭ ئېنېرگىيە دەرىجىسى ئۇلاش بولمىغانلىقتىن، ئۇ رادىئاتسىيىلەپ چىقارغان فوتونلارنىڭ ئېنېرگىيىلىرىمۇ ئۇلاش بولمايدۇ. سپېكتردىن قارىغاندا ئاتومنىڭ يورۇقلۇق دولقۇنلىرىنى رادىئاتسىيىلەپ چىقىرىش چاستوتىلىرى پەقەت بىرقانچە يەككە قىممەتلىك بولىدۇ. بور نەزەرىيىسىگە ئاساسەن ھېسابلاپ چىقىرىلغان ھىدروگېن ئاتومىنىڭ سپېكتردىكى سپېكتر سىزىقلىرىنىڭ ئورنى ئەمەلىي ئۆلچەش نەتىجىسىگە ئۇيغۇن كەلگەن، شۇنداقلا بور ئەينى ۋاقىتتا ئۆلچەپ چىقالمىغان بەزى سپېكتر سىزىقلىرىنى ئالدىن مۆلچەرلىگەن.

ئوخشاش بولمىغان ئاتوملارنىڭ تۈزۈلۈشى ئوخشاش بولمىغانلىقتىن، ئېنېرگىيە دەرىجىلىرىمۇ ئوخشاش بولمايدۇ، ئۇلارنىڭ رادىئاتسىيىلەپ چىقىرىش مۇمكىنچىلىكى بولغان فوتونلىرىمۇ ئوخشاش بولمىغان دولقۇن ئۇزۇنلۇقىغا ئىگە بولىدۇ. شۇڭا ھەرخىل ئېلېمېنتنىڭ سپېكتردىكى سپېكتر سىزىقلىرىنىڭ جايلىشىشىمۇ باشقا ئېلېمېنتلارنىڭكىگە ئوخشاش بولمايدۇ. شۇنىڭ بىلەن بىز سپېكترىنى ئانالىز قىلىش ئارقىلىق يورۇقلۇق چىقارغىنى قايسى خىل ئېلېمېنت ئىكەنلىكىنى بىلەلەيمىز. مۇشۇ سەۋەب تۈپەيلى بۇنداق يەككە سىزىقسىمان سپېكترلار يەنە ئاتوم سپېكترى دەپ ئاتىلىدۇ.

سپېكتر ئانالىز تېخنىكىسى پەن تەتقىقاتىدا كەڭ قوللىنىلىدۇ. بىرخىل ئېلېمېنتنىڭ ئەۋرىشكىدىكى مىقدارى ناھايىتى ئاز بولغان تەقدىردىمۇ، ئۇنىڭ سپېكترىنى كۆزىتىشكە بولىدۇ. شۇڭا سپېكتر ئانالىز ئارقىلىق ئەۋرىشكىنىڭ تەركىبىدە قايسى ئېلېمېنتلارنىڭ بارلىقىنى ئېنىقلاشقا بولىدۇ. بۇنداق ئۇسۇل ئىنتايىن ئەپچىل بولىدۇ. سپېكتر ئانالىز ئارقىلىق يەنە ئىنتايىن يىراقىتىكى ئاسمان جىسىملىرىدىكى ماددىلارنىڭ تەركىبىنى ئېنىقلاشقا بولىدۇ.

(1) 7.21 ـ رەسىمدە ئوخشاش بولمىغان يورۇقلۇقتا ئوتتۇلۇش مىقدارى بويىچە تارتىلغان بىر نەچچە پارچە سۈرەت كۆرسىتىلگەن . بۇ بىر نەچچە پارچە فوتو سۈرەتنى مىسالغا ئېلىپ ، بەزى شەيئىلەرنى قانداق شەرت ئاستىدا تولقۇن دەپ قاراشقا بولىدىغانلىقى ، قانداق شەرت ئاستىدا تولقۇن دەپ قاراشقا بولمايدىغانلىقىنى چۈشەندۈرۈڭ .



A B C D

7.21 ـ رەسىم . ئوخشاش بولمىغان يورۇقلۇقتا تۇتۇلۇش مىقدارى بويىچە يۈيۈپ چىقىرىلغان بىرنەچچە پارچە فوتو سۈرەت

(2) 5.21 ـ رەسىمدىن پايدىلىنىپ ھىدروگېن ئاتومىنىڭ $n=3$ بولغان ئېنېرگىيە دەرىجىسىدىن $n=2$ بولغان ئېنېرگىيە دەرىجىسىگە سەكرىگەندە ، رادىئاتسىيىلەپ چىقارغان يورۇقلۇقنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنى ھېسابلاڭ .

(3) ھىدروگېن ئاتومىنى $n=1$ بولغان ھالەتتىن $n=3$ بولغان ھالەتكە سەكرەتكەندە ، ئۇ سۈمۈرۈۋالغان فوتوننىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ئەڭ چوڭ بولغاندا قانچە بولىدۇ ؟ بۇ كۆرۈنىدىغان نۇرمۇ ـ ئەمەس ؟

§ 4 ماددا دولقۇن

ماددا دولقۇن فىزىكىدا ماددىلار مۇنداق ئىككى چوڭ تۈرگە بۆلۈنىدۇ . بىر تۈرى پروتون ، ئېلېكترون قاتارلىقلار بولۇپ ، ئەمەلىي ماددىلار دېيىلىدۇ ؛ يەنە بىر تۈرى ئېلېكتر مەيدانى ، ماگنىت مەيدانى قاتارلىقلار بولۇپ ، ئومۇملاشتۇرۇلۇپ مەيدان دېيىلىدۇ ، يورۇقلۇق بولسا تارقىلىۋاتقان ئېلېكتر ماگنىت مەيدانىدىن ئىبارەت . يورۇقلۇق زەررىچىلىك خۇسۇسىيەتكە ئىگە بولىدىكەن ، ئۇنداقتا ، پروتون ، ئېلېكترون ۋە ئاتوم ، مولېكۇلا قاتارلىق ئەمەلىي ماددا زەررىچىلىرىمۇ مۇئەييەن شەرت ئاستىدا دولقۇنلۇق خۇسۇسىيەتنى ئىپادىلەمدۇ ؟ 1924 ـ يىلى فرانسىيە فىزىكا ئالىمى دې بروگلى (1892~ 1987) دوكتور-لۇق ئۇنۋان ئىلمىي ماقالىسىدە شۇنداق بولىدىغانلىقىنى دادىللىق بىلەن مۇئەييەنلەشتۈرگەن . دې بروگلى مۇنداق دەپ قارىغان ، ھەرىكەتتىكى ھەرقانداق بىرجىسىم كىچىككى ئېلېكترون ، پروتونلار بولسۇن ، چوڭى يۇلتۇز ، قۇياش بولسۇن ، ئۇلارنىڭ ھەر بىرىگە بىرخىل دولقۇن ماس كېلىدۇ . دولقۇن ئۇزۇنلۇقى λ مۇنداق بولىدۇ :

$$\boxed{\lambda=\frac{h}{p}} \qquad (1)$$

فورمۇلىدىكى p ھەرىكەتتىكى جىسىمنىڭ ھەرىكەت مىقدارى ، h پلانك تۇراقلىقى . كىشىلەر بۇخىل دولقۇننى **ماددا دولقۇن** دەپ ئاتىدى . يەنە **دې بروگلى دولقۇنى** دەپمۇ ئاتىلىدۇ .

【مىسال】 مەلۇم تېلېۋىزور كىنېسكوپىدىكى (تەسۋىر كۆرسەتكۈچى تۇرۇبىسىدىكى) ئېلېكتروننىڭ ھەرىكەت تېزلىكى 4.0×10^7m/s ، ماسسىسى 10g بولغان بىر تال ئوقنىڭ ھەرىكەت تېزلىكى 200m/s

ئەمما ھازىر دې بروگلىنىڭ ھۆكۈمى بىرخىل بەرەردىن ئىزاھ ئەمەس، كېيىن بۇخىل بەرەر ئاساسىدىكى خۇلاسىلەرنىڭ ھەممىسى پاكىتقا ئۇيغۇن كەلدى، بۇنىڭ بىلەن بۇخىل مۇكەممەلىك توغرىلىقى ئىسپاتلاندى.

بولسا، ئۇلارنىڭ دې بروگلى دولقۇن ئۇزۇنلۇقلىرىنى ھېسابلايلى.

يېشىش : ئېلېكترون بىلەن ئوقنىڭ ھەرىكەت مىقدارى ئايرىم - ئايرىم $P_b = m_b v_b$ ۋە $p_e = m_e v_e$، شۇڭا ئۇلارنىڭ دې بروگلى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى λ_e بىلەن λ_b ئايرىم - ئايرىم ھالدا

$$\lambda_e = \frac{h}{p_e} = \frac{h}{m_e v_e} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 4.0 \times 10^{7}} m = 1.8 \times 10^{-11} m;$$

$$\lambda_b = \frac{h}{p_b} = \frac{h}{m_b v_b} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{10 \times 10^{-3} \times 200} m = 3.3 \times 10^{-34} m.$$

8.21 - رەسىم. ئېلېكترونلار دەستىسىنىڭ ئالیۇمىن ياپراقچىدىن ئۆتكەندىكى دىفراكسىيە نۇسخىسى

ھېسابلاش نەتىجىسىدىن كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى، ماكرولۇق جىسىمنىڭ دې بروگلى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى مىكرو زەررىچىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىن كۆپ كىچىك بولىدۇ. بىزگە مەلۇم، پەقەت دولقۇن ئۇزۇنلۇقى توسالغۇ جىسىمنىڭ چوڭلۇقىدىن ئانچە پەرقلەنمىگەندە ياكى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى توسالغۇ جىسىمدىن چوڭ بولغاندىلا، ئاندىن روشەن دىفراكسىيە ھادىسىسى يۈز بېرىدۇ. ماكرولۇق جىسىملارنىڭ دې بروگلى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى بەك كىچىك بولىدىغانلىقتىن، ئۇلارنىڭ دولقۇنلۇق خۇسۇسىيىتىنى كۆزىتىش ناھايىتى تەس. ئەمما مىكرو زەررىچىلەرنىڭ ئەھۋالى تامامەن ئوخشاش بولمايدۇ. مېتال كرىستالدىكى كرىستال پەنجىرىلىرىنىڭ چوڭلۇقىنىڭ سانلىق مىقدار دەرىجىسى 10^{-10}m بولۇپ، ئېلېكترونلار دەستىسى مېتال كرىستالغا چۈشكەندە، ئېلېكترونىنىڭ دولقۇنلۇق خۇسۇسىيىتىنى كۆزەتكىلى بولۇشى مۇمكىن.

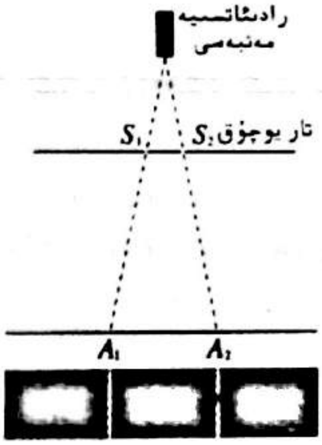
1927 - يىلى ئەنگلىيە، ئامېرىكا ئىككى دۆلەت فىزىكا ئالىملىرى بۇخىل ئۇسۇلدىن پايدىلىنىپ ئېلېكترونلار دەستىسىنىڭ دىفراكسىيە نۇسخىسىغا ئېرىشكەن، بۇنىڭ بىلەن دې بروگلىنىڭ پەرىزىنى ئىسپاتلىغان.

مادىدا دولقۇنمۇ ئېھتىماللىق دولقۇنىدىن ئىبارەت. ئېلېكترون دىفراكسىيىسىنىڭ نۇسخىسى (2. 18 - رەسىم)دا، ئېلېكترونلارنىڭ «يورۇق چەمبەر»گە چۈشۈش ئېھتىماللىقى چوڭ، «خىرە چەمبەر»گە چۈشۈش ئېھتىماللىقى كىچىك. بىزنىڭ يورۇقلۇق دولقۇنى بىلەن مادىدا دولقۇنىنى ئېھتىماللىق دولقۇن دېگىنىمىز فوتون ۋە ئەمەلىي مادىدا زەررىچىلىرىنىڭ بوشلۇقتىكى جايلىشىشىنىڭ ئېھتىماللىقى دولقۇن قانۇنىيىتىنىڭ ئىدارە قىلىشىغا ئۇچرايدۇ.

ئۇيغۇر كىتاب تورى www.uyghurkitap

نيۇتون مېخانىكىسىنىڭ چەكلىملىكلىكى ئەمەلىي ماددا زەررە-چىلىرىمۇ دولقۇنلۇق خۇسۇسىيىتىگە ئىگە بولغانلىقتىن، ئەگەر ئۇلارنىڭ دې بروگلى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى كۆرۈنىدىغان دولقۇن ئۇزۇنلۇقىغا ئوخشاپ كەتسە، ئەمەلىي ماددا زەررىچىلىرى قوش يوچۇقتىن ئۆتكەندىمۇ 21 .3-رەسىمدىكىدەك ئىنتېرفېرېنسىيە ھاسىل قىلىدۇ. بىز ۋاقتىنچە بۇ رەسىمنى مەلۇم خىل ئەمەلىي ماددا زەررىچىلىرىنىڭ ئىنتېرفېرېنسە-يىسىدىن ھاسىل بولغان دەپ قارىساق، ئەستايىدىللىق بىلەن مۇھاكىمە قىلغاندىن كېيىن يەنە بىر گۇ-مان پەيدا بولىدۇ. ئىنتېرفېرېنسىيە قانۇنىغا ئاساسەن، ئەگەر ماددىي نۇقتا كۈچ تەسىرىگە ئۇچرىمىسا، تۈز سىزىقلىق تەكشى ھەرىكەت قىلىدۇ، 21 .9 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، زەررىچىلەر رادىئاتسىيە مەنبەسىدىن ئېتىلىپ چىققاندىن كېيىن كۈچكە ئۇچرىمىغانلىقتىن، تار يوچۇق S_1بىلەن S_2دىن ئۆتكەندىن كېيىن پەقەت A_1، A_2دىن ئىبارەت ئىككى ئورۇنغا چۈشىدىغاندەكلا تۇرىدۇ. ئەمەلىي ئەھۋال بۇنداق ئەمەس، بەزى زەررىچىلەر ھەرىكەت جەريانىدا كۈچكە ئۇچرىمىغانلىقتىن، ئۇلارنىڭ چۈشۈش نۇقتىسى رادىئاتسىيە مەنبەسى بىلەن تار يوچۇق بەلگىلىگەن تۈز سىزىقتا بولمايدۇ. بۇ، مىكرو زەررىچىلەرنىڭ ھەرىكىتىگە نىسبەتەن نيۇتون مېخانىكىسى ئۇيغۇن كەلمەيدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بەردى.

23 - بابتا، ماكرولۇق جىسىم يۇقىرى سۈرئەتتە ھەرىكەت قىلغاندىمۇ، نيۇتون قانۇنىنىڭ ئۇيغۇن كەلمەيدىغان-لىقىنى كۆرۈپ ئۆتىمىز.



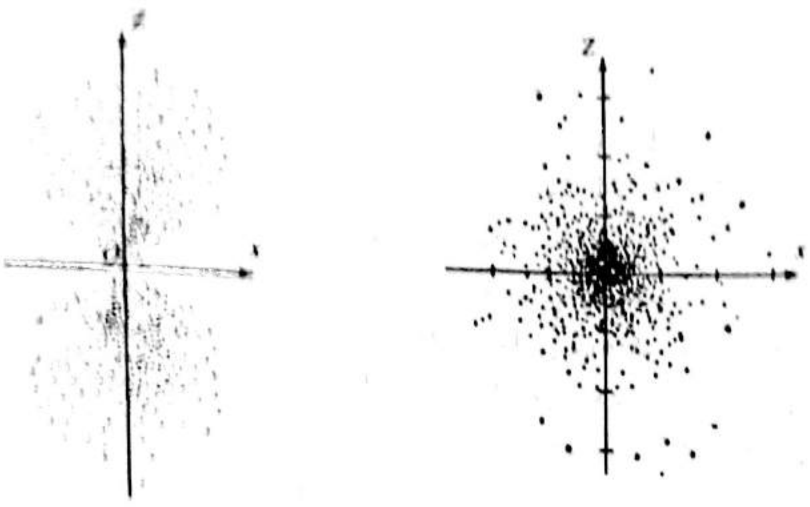
21 .9 - رەسىم. ئەگەر ماددىي نۇقتا رادىئاتسىيە مەنبەسىدىن چىقىپ تۈز سىزىقلىق ھەرىكەت قىلسا، تار يوچۇق S_1، S_2لەردىن ئۆتكەندىن كېيىن، ئەسلىدە A_1، A_2 ئورۇنلارغا چۈشۈپ ئىككى يورۇق بەلۋاغنى ھاسىل قىلىشى كېرەك.

ھىدروگېن ئاتومىدىكى ئېلېكترون بۇلۇتى ئەگەر مەلۇم ماكرو ماددىي نۇقتىنىڭ مەلۇم بىر پەيتتىكى ئورنى، تېزلىكى ۋە كۈچكە ئۇچراش ئەھۋالىنى بىلسەك، نيۇتون قانۇنىدىن پايدىلىنىپ بۇ ماددىي نۇقتىنىڭ ھەرىكەت ئوربىتىسىنى ئېنىقلاپ، ئۇنىڭ كېيىنكى خالىغان پەيتتىكى ئورنى ۋە تېزلىكلىرىنى ھېسابلاپ چىقالايمىز.

ئەمما ئېلېكترون قاتارلىق مىكرو زەررىچىلەرگە نىسبەتەن ئېيتقان-دا، ئۇلارنىڭ ئاتومدىكى ئورنىنى[①] بەلگىلەنگەن كوئوردېنات ئارقىلىق تەسۋىرلىگىلى بولمايدىغانلىقتىن، ئېلېكتروننىڭ ئاتومدىكى ھەرىكەت «ئوربىتىسى» - دەپ ئېيتىشنىڭ ئەمەلىيەتتە مەنىسى بولمايدۇ. بىز پەقەت ئېلېكترونلارنىڭ ئاتوم يادروسى يېنىدىكى ھەرقايسى نۇقتىلاردا بارلىققا كېلىش (كۆرۈلۈش) ئېھتىماللىقىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكىنىلا بىلەلەيمىز. ئوخشاش بولمىغان ھالەتلەردە، مەسىلەن، ئاتوم ئوخشاش بولمىغان ئېنېرگىيە دەرىجىلىرىدە تۇرغاندا ئېلېكترونلارنىڭ ھەرقايسى ئورۇنلاردا بارلىققا كېلىش ئېھتىماللىقى ئوخشاش بولمايدۇ. رەڭ - شالاڭلىقى ئوخشاش بولمىغان نۇقتىلار ئارقىلىق ئېلېكترونلارنىڭ ھەر-قايسى ئورۇنلاردا بارلىققا كېلىش ئېھتىماللىقىنى ئىپادىلەپ، گرافىكى-نى سىزىپ چىقساق، بۇ بۇلۇت تۇمانىغا ئوخشاپ كېتىدۇ. بۇنى ئوبراز-لىق ھالدا ئېلېكترونلار بۇلۇتى دەپ ئاتايمىز.

21 .10 - رەسىم A دا ھىدروگېن ئاتومى $n=1$ بولغان ئېنېرگىيە دەرىجىسىدە تۇرغاندىكى ئېلېكترون بۇلۇتى كۆرسىتىلگەن. ھىدروگېن ئاتومى $n=2$ بولغان ئېنېرگىيە دەرىجىسىدە تۇرغاندا، ئۇنىڭ بىرنەچچە مۇمكىنچىلىك ھالىتى بولىدۇ، رەسىم B دا سىزىپ كۆرسىتىلگىنى بۇنىڭ ئىچىدىكى بىر ھالىتىنىڭ ئېلېكترون بۇلۇتى.

[①] 5 - پاراگرافتا بىرقەدەر تەپسىلىي مۇھاكىمە قىلىمىز.



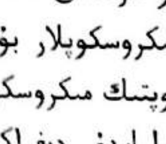
B　　　　　　A

10.21 ـ رەسىم . ھىدروگېن ئاتومىنىڭ ئېلېكترون بۇلۇتى

4 ـ مەشىق

(1) ئېلېكترون A نىڭ تېزلىكى ئېلېكترون B نىڭ تېزلىكىنىڭ 2 ھەسسىسى بولسا، قايسى ئېلېكترونىنىڭ دې بىروگلى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى قىسقىراق بولىدۇ؟

(2) ئوخشاش تېزلىكتىكى ھىدروگېن ئاتومى بىلەن كۈمۈش ئاتومىنىڭ قايسىسىنىڭ دې بىروگلى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى قىسقىراق بولىدۇ؟



ئوقۇش ماتېرىيالى

مىكروسكوپنىڭ پەرقلەندۈرۈش ئىقتىدارى

بىئولوگىيە تەجرىبىخانىلىرىدىكى مىكروسكوپلار كۆرۈنىدىغان نۇرلاردىن پايدىلىنىپ ئىشلەيدىغان بىر خىل ئوپتىك مىكروسكوپتىن ئىبارەت بولىدۇ. ئەڭ ياخشى ئوپتىك مىكروسكوپ 200nm چوڭلۇقتىكى جىسىملارنى پەرقلەندۈرەلەيدۇ. ئۇ ئارقىلىق ئەڭ كىچىك باكتېرىيەلەرنى كۆرگىلى بولىدۇ. كۆپلىگەن ۋىرۇسلار باكتېرىيەدىن كۆپ كىچىك بولۇپ، ئوپتىك مىكروسكوپلار بۇلارغا قارىتا ئامالسىز بولۇپ قالىدۇ. تېخنىكا ئۈزلۈكسىز تەرەققىي قىلماقتا. كىشىلەر تېخىمۇ ياخشى ـ ئەلا ئوپتىك مىكروسكوپلارنى ياساپ چىقالايدۇ. ئۇنداقتا، ئۇنىڭ پەرقلەندۈرۈش ئىقتىدارىنى چەكسىز يۇقىرى كۆتۈرگىلى بولامدۇ؟ بولمايدۇ. دىفراكسىيە ھادىسىسى ئوپتىك مىكروسكوپنىڭ پەرقلەندۈرۈش ئىقتىدارىنى چەكلەپ قويىدۇ.

كۆپچىلىككە مەلۇم، دولقۇن ئۇزۇنلۇقى قانچە ئۇزۇن بولسا، دىفراكسىيە ھادىسىسى شۇنچە روشەن بولىدۇ. ئاۋاز ئۇنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى 1m ئەتراپىدا بولىدۇ. شۇڭا تامنىڭ ئارقىسىدىكى سۆزلىشىۋاتقان كىشىلەرنىڭ ئاۋازى ئاڭلىنىدۇ. بۇ ئاۋازنىڭ دىفراكسىيىسىدىن ئىبارەت. كۆرۈنىدىغان نۇرلارنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى 760nm~400nm بولىدۇ، كۈندىلىك تۇرمۇشتىكى جىسىملار كۆرۈنىدىغان نۇرلارنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىن كۆپ چوڭ بولۇپ، نۇرنىڭ دىفراكسىيە ھادىسىسى روشەن بولمايدۇ. شۇڭا بىز يورۇقلۇق تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىدۇ، دەيمىز. ئەمما مىكروسكوپنىڭ نازۇكلۇقى يۇقىرى بولۇپ، ئوبيېكتىپنىڭ دىئامېتىرى چوڭ بولمايدۇ. شۇڭا دىفراكسىيە ھادىسىسىگە سەل قارىماسلىق كېرەك

دىفراكسىيە تۈپەيلىدىن كۆزىتىلگەن جىسىمدىكى بىر يورۇقلۇق نۇقتىسى لىنزىدىن ئۆتكەندىن كېيىن يەنە يىغىلىپ بىر يورۇقلۇق نۇقتىسىنى ھاسىل قىلماي، بەلكى بىر يورۇق داغنى شەكىللەندۈرىدۇ. شۇنىڭ بىلەن جىسىمنىڭ تەسۋىرى غۇۋالىشىپ قېلىپ، مىكروسكوپنىڭ پەرقلەندۈرۈش ئىقتىدارىغا تەسىر يېتىدۇ.

ئېلېكترونلار دەستىسىمۇ بىرخىل دولقۇندىن ئىبارەت بولۇپ، ئېلېكترونىنى تېزلىتىپ، ئۇنىڭ ھەرىكەت ئىمپۇلسىنى چوڭ قىلغاندا، دې بروگلى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ناھايىتى قىسقا بولۇپ، دىفراكسىيە ھادىسىسىنىڭ تەسىرى كۆپ كىچىكلەيدۇ. بۇنىڭ بىلەن پەرقلەندۈرۈش ئىقتىدارىنى كۆپلەپ يۇقىرى كۆتۈرگىلى بولىدۇ. بۇنداق ئېلېكترونلار دەستىسىدىن پايدىلىنىپ ئىشلەيدىغان مىكروسكوپ ئېلېكترونلۇق مىكروسكوپ دەپ ئاتىلىدۇ. ئادەم كۆزى ئارقىلىق ئېلېكترونلار دەستىسىنى كۆرگىلى بولمايدۇ. ئېلېكترونلار دەستىسىنى يالتىراق نۇر تاختىسىغا چۈشۈرۈش ئارقىلىق مىكروسكوپىيىلىك تەسۋىرلەرنى كۆرۈنىشكە بولىدۇ. بىراق ئادەتتىكى ئۇسۇلدا يالتىراق نۇر تاختىسىنىڭ ئورنىغا يورۇقلۇق سەزگۈچى پلېونكا ئىشلىتىلىپ، ئىنتايىن كىچىك جىسىمنىڭ مىكروسكوپىيىلىك سۈرىتىگە ئېرىشىلىدۇ. زامانىۋى ئېلېكترونلۇق مىكروسكوپلارنىڭ پەرقلەندۈرۈش ئىقتىدارى 0.2nm غا يېتىدۇ. بۇنداق مىكروسكوپلار ئارقىلىق ئاقسىل مولېكۇللىرىنى ۋە مېتالنىڭ كرىستاللىق تۈزۈلۈشىنى كۆرگىلى بولىدۇ.

6 ـ رەسىمدە بىر ئېلېكترونلۇق مىكروسكوپتىن ئىبارەت. ۋېرتىكال سىلىندىرنىڭ ئاستى ـ ئۈستى ئىككى ئۇچىغا ئايرىم ـ ئايرىم مەنپىي قۇتۇپ ۋە مۇسبەت قۇتۇپلار ئورنىتىلغان، ئېلېكتر بېسىمى ئەڭ يۇقىرى بولغاندا 1MV قا يېتىدۇ. ئېلېكترونلار بۇ ئىككى قۇتۇپ ئارىسىدا تېزلىتىلىدۇ. ئېلېكتر بېسىمى قانچىكى يۇقىرى بولغاندا ئېلېكترونىنىڭ ئېرىشكەن ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى شۇنچە چوڭ بولۇپ، ئۇنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى شۇنچە قىسقا بولىدۇ، پەرقلەندۈرۈش ئىقتىدارىمۇ شۇنچە كۈچلۈك بولىدۇ. شۇڭا ئېلېكترونلۇق مىكروسكوپنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ئادەتتە ئۇنىڭ تېزلىتىش ئېلېكتر بېسىمى ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ.

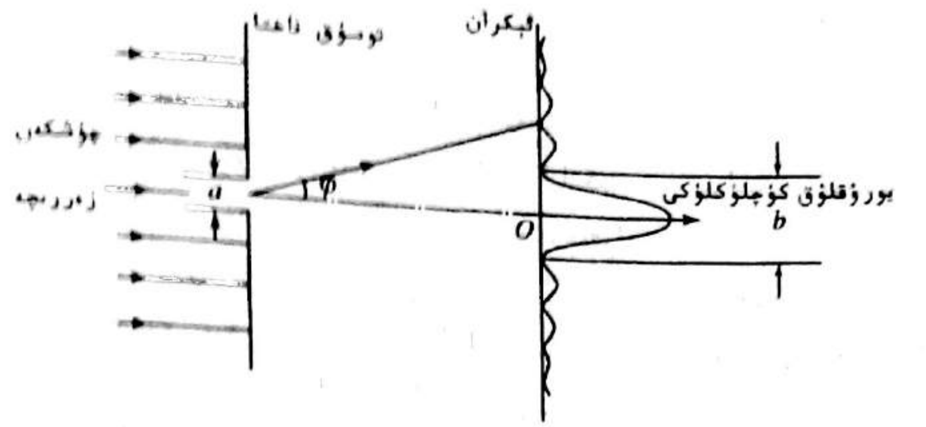
بۇ بىر ئابزاس ماتېرىيالنى ئوقۇپ بولغاندىن كېيىن، ساۋاقداشلارنىڭ تۆۋەندىكى بىرنەچچە مەسىلىنى ئويلاپ كۆرۈشىنى تەۋسىيە قىلىمىز: دىفراكسىيىنىڭ تەسىرىنى ئاجىزلىتىشتىن ئىبارەت بۇ جەھەتتىن مىكروسكوپنىڭ پەرقلەندۈرۈش ئىقتىدارىنى يۇقىرى كۆتۈرۈشنىڭ قانداق ئىككى يولى بار؟ ئېلېكترونلۇق مىكروسكوپتا قايسى يول قوللىنىلغان؟ ئەگەر مىكروسكوپتا ئېلېكترونلار ئىشقى قوللىنىلماي، بەلكى پروتونلار ئېقىمى قوللىنىلغاندا، ئۇلارنىڭ تېزلىتىلگەندىن كېيىنكى تېزلىكى ئوخشاش بولسا، قايسى خىل مىكروسكوپنىڭ پەرقلەندۈرۈش ئىقتىدارى تېخىمۇ يۇقىرى بولىدۇ؟

§5* . ئېنىقسىزلىق مۇناسىۋەت

كلاسسىك مېخانىكىنى ئۆگەنگەندە ، ماددىي نۇقتىنىڭ ئورنى ۋە ھەرىكەت مىقدارى (ئەينى ۋاقىتتا ئىشلىتىلگىنى تېزلىك) ئارقىلىق ئۇنىڭ ھەرىكەت ھالىتىنى تەسۋىرلىدۇق . ئەمما تۆۋەندىكى تەھلىللەر شۇنى كۆرسىتىپ بەرىدىكى ، مىكرو دۇنيادا ، بىرلا ۋاقىتتا بىر دانە زەرىچىنىڭ ئورنى بىلەن ھەرىكەت مىقدارىنى توغرا بىلىپ كېتىشىمىز مۇمكىن ئەمەس . شۇڭا ئۇنىڭ ھەرىكىتىنىمۇ بىرلا ۋاقىتتا ئىككى مىقدار ئارقىلىق تەسۋىرلەپ كېتەلمەيمىز .

ئورۇن بىلەن ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ئېنىقسىزلىق مۇناسىۋىتى 2 ـ رەسىمدە يەككە يوچۇق-تىكى دىفراكسىيىنىڭ فوتو سۈرىتىدىن ئىبارەت بولۇپ ، ئېكراندىكى ھەرقايسى نۇقتىلارنىڭ يورۇش دەرىجىسى ئەمەلىيەتتە زەررىچىنىڭ (فوتوننىڭ) شۇ نۇقتىلارغا يېتىپ بېرىش ئېھتىماللىقىنى ئەكس ئەتتۈرۈپ بېرىدۇ . ئەگەر بۇ ئېھتىماللىق تەقسىملىنىشىنى كوئوردېنات سىستېمىسىدا ئىپادىلەپ چىقساق 11. 21 ـ رەسىمنىڭ ئوڭ تەرىپىدىكى گرافىكتىن ئىبارەت بولىدۇ .

چۈشكەن زەررىچىلەرنى ئېنىق (بەلگىلەنگەن) ھەرىكەت مىقدارىغا ئىگە دەپ قاراشقا بولىدۇ ، ئەمما



11.21 ـ رەسىم . زەررىچە تار يوچۇقتىن ئۆتكەندە دىفراكسىيە يۈز بېرىدۇ . تار يوچۇقنىڭ كەڭلىكى زەررىچە ئورنىنىڭ ئېنىقسىز دائىرىسىنى بەلگىلەيدۇ ، مەركىزىدىكى يورۇق ئىزنىڭ كەڭلىكى زەررىچە ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ئېنىقسىز دائىرىسىنى بەلگىلەيدۇ .

ئۇلار توسۇق تاختىنىڭ سول يېقىدىكى ھەرقانداق ئورۇندا تۇرالايدۇ ، دېمەك ، زەررىچىلەرنىڭ توسۇق تاختىنىڭ سول يېقىدىكى ئورنى تامامەن ئېنىقسىز بولىدۇ . توسۇق تاختىنىڭ تار يوچۇقىدىن ئۆتكەن زەررىچىلەرگە نىسبەتەن ئېيتقاندا ، ئۇلارنىڭ ئورنى تار يوچۇق تەرىپىدىن چەكلىنىپ ، ئورۇنلىرىنىڭ ئېنىقسىز مىقدارى كىچىكلەيدۇ . بىراق بىز يەنىلا ئېكرانغا چۈشكەن زەررىچىلەرنىڭ تار يوچۇقتىن ئۆتكەندىكى ئېنىق ئورۇنلىرىنى ئېنىق ئېيتىپ بېرەلمەيمىز . چۈنكى يوچۇق بەلگىلىك كەڭلىك a غا ئىگە . تۆۋەندىكى تەھلىل ئارقىلىق زەررىچىلەرنىڭ ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ئېنىقسىز مىقدارى چوڭىيىدىغانلىقىنى بىلىشكە بولىدۇ .

ئەگەر ماكرو زەررىچە بولسا ، ئۇ تار يوچۇقتىن ئۆتكەندىن كېيىن يوچۇقنىڭ پرويېكسىيىسىدىكى ئورنىغا چۈشىدۇ ؛ ئەمما مىكرو زەررىچە دولقۇنلۇق خۇسۇسىيەتكە ئىگە بولغانلىقتىن ، دىفراكسىيە ھاسىل قىلىدۇ ، شۇنىڭ بىلەن كۆپلىگەن زەررىچىلەر كەڭلىكى b بولغان مەركىزىي «يورۇق ئىز» ئىچىگە تارقىلىدۇ . بۇ زەررىچىلەر تار يوچۇققا يېتىپ بېرىشتىن ئىلگىرى گورىزونتال يۆنىلىشنى بويلاپ ھەرىكەت قىلىدۇ . تار يوچۇقتىن ئۆتكەندىن كېيىن بەزى زەررىچىلەر پروييېكسىيىسىدىكى ئورنىنىڭ سىرتىغا چىقىپ كېتىدۇ . بىز بۇ زەررىچىلەر ئەسلىدىكى ھەرىكەت يۆنىلىشىگە تىك يۆنىلىشتىكى ھەرىكەت مىقدارىغا ئىگە بولىدۇ ، دەپ چۈشەندۈرەلەيمىز . قايسى زەررىچىنىڭ ئېكراندىكى قايسى ئورۇنغا يېتىپ بېرىشى تامامەن تاسادىپىي بولىدۇ ، شۇڭا زەررىچىلەرنىڭ تىك يۆنىلىشتىكى ھەرىكەت مىقدارىمۇ ئېنىقسىزلىققا ئىگە بولىدۇ . ئېنىقسىز مىقدارنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىنى مەركىزىي يورۇق ئىزنىڭ كەڭلىكى ئارقىلىق مۆلچەرلەشكە بولىدۇ .

تار يوچۇقتىن ئۆتكەن زەررىچىلەرنىڭ ئورنىنى تېخىمۇ توغرا ئۆلچەش ئۈچۈن ، تېخىمۇ تار بولغان يوچۇقنى تاللاپ ئىشلەتسەك بولىدۇ . ئەمما 2ـ رەڭلىك رەسىمنىڭ سول يۇقىرى بۇرجىكىدىكى ئىككى رەسىمدىن ، تار يوچۇق قانچە تار بولسا ، مەركىزىي يورۇق ئىزنىڭ شۇنچە كەڭ بولىدىغانلىقىنى بىلىشكە بولىدۇ . بۇ شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى ، گەرچە تېخىمۇ تار بولغان يوچۇق ئارقىلىق زەررىچىلەرنىڭ ئورنىنى تېخىمۇ توغرا ئۆلچەشكە بولسىمۇ ، ئەمما زەررىچىلەرنىڭ ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ئېنىقسىز مىقدارى تېخىمۇ چوڭ بولىدۇ .

ماتېماتىكىلىق ئۇسۇلدىن پايدىلىنىپ ، مىكرو زەررىچىلەرنىڭ ھەرىكىتىنى تەھلىل قىلىش ئارقىلىق بىلىش مۇمكىنكى ، ئەگەر Δx ئارقىلىق زەررىچىلەرنىڭ ئورنىنىڭ ئېنىقسىز مىقدارى ، Δp ئارقىلىق زەررىچىنىڭ x يۆنىلىشتىكى ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ئېنىقسىز مىقدارى ئىپادىلەنسە ، ئۇ ھالدا مۇنداق بولىدۇ :

$$\Delta x \Delta P \geqslant \frac{h}{4\pi}$$

فورمۇلىدىكى h پلانك تۇراقلىقى . مانا بۇ ئاتاقلىق ئېنىقسىزلىق مۇناسىۋىتى بولۇپ ، قىسقىچە ئېنىقسىز مۇناسىۋەت دېيىلىدۇ .

كلاسسىك فىزىكىدا بىرلا ۋاقىتتا ماددىي نۇقتىنىڭ ئورنى بىلەن ھەرىكەت مىقدارى ئارقىلىق ئۇنىڭ ھەرىكىتىنى ناھايىتى توغرا تەسۋىرلىگىلى بولىدۇ . شۇنداق بولۇپلا قالماستىن ، يەنە ئەگەر ماددىي نۇقتىنىڭ ئىرلىنىشىنى بىلگەندە ، ماددىي نۇقتىنىڭ كېيىنكى خالىغان پەيتلەردىكى ئورنى ۋە ھەرىكەت مىقدارىنى ئالدىن مۆلچەرلىگىلى ، بۇ ئارقىلىق ئۇنىڭ ھەرىكەت ترايېكتورىيىسىنى تەسۋىرلىگىلى بولىدۇ .

ئەمما مىكرو فىزىكىدىكى ئېنىقسىزلىق مۇناسىۋىتى بىزگە شۇنى ئېيتىپ بېرىدۇكى ، ئەگەر زەررىچىنىڭ ئورنىنى تېخىمۇ توغرا ئېنىقلاشقا توغرا كەلسە (يەنى Δx تېخىمۇ كىچىك بولسا) ، ئۇ ھالدا ھەرىكەت مىقدارىنى ئۆلچەش چوقۇم تېخىمۇ توغرا بولمايدۇ (يەنى Δp تېخىمۇ چوڭ بولىدۇ) ، يەنى بىرلا ۋاقىتتا زەررىچىنىڭ ئورنى بىلەن ھەرىكەت مىقدارىنى توغرا بىلگىلى بولمايدۇ . شۇ سەۋەبتىن زەررىچىنىڭ ھەرىكىتىنى «ترايېكتورىيە» ئارقىلىق تەسۋىرلىگىلى بولمايدۇ .

بىز يەككە زەررىچىنىڭ ھەرىكەت ئەھۋالىنى توغرا بىلىپ كېتەلمەيمىز . ئەمما كۆپلىگەن زەررىچىلەر ھەرىكىتىنىڭ ستاتىستىكىلىق قانۇنىيىتىنى توغرا بىلەلەيمىز . بىر ماكرو سىستېما ھامان كۆپلىگەن زەررىچىلەرنى ئۆز ئىچىگە ئالغان بولىدۇ ، شۇڭا بىز يەنىلا ماكرولۇق ھادىسىلەرنى ئالدىن مۆلچەرلىيەلەيمىز . مەسىلەن ، زەررىچىلەر سانى ئىنتايىن ئاز بولغاندا ، زەررىچىلەرنىڭ توسۇق تاختىدىكى يەككە يوچۇقتىن ئۆتكەندىن كېيىنكى ئېكرانغا چۈشىدىغان ئورنىنى ئالدىن مۆلچەرلىيەلمەيمىز . ئەمما زەررىچىلەرنىڭ ئېكراندىكى مەلۇم نۇقتىغا چۈشۈش ئېھتىماللىقىنى توغرا بىلەلەيمىز : ئېھتىماللىقى چوڭ بولغان ئورۇن دەل مەلۇم خىل دولقۇن تار يوچۇقتىن ئۆتۈپ دىفراكسىيىلەنگەندە ھاسىل قىلغان يورۇق ئىزنىڭ ئورنى بولىدۇ .

5 ـ مەشىق

(1) 21 .10 ـ رەسىمدىكى تەجرىبىدە ، توسۇق تاختىنىڭ سول يېقىدىكى زەررىچىلەر ئورنىنىڭ ئېنىقسىز مىقدارى قانچە؟ ئۇلار ئېنىق ھەرىكەت مىقدارىغا ئىگە بولامدۇ-يوق؟ نېمە ئۈچۈن؟

(2) ئاتومنىڭ ئاساسىي ھالەتتە تۇرغاندىكى ۋاقتىنىڭ ئېنىقسىز مىقدارى قانچە بولىدۇ؟ بۇ چاغدا ئاتوم ئېنىق ئېنېرگىيىگە ئىگە بولامدۇ-يوق؟ نېمە ئۈچۈن؟

ئوقۇش ماتېرىيالى

كۋانت مېخانىكىسى

كۋانت مېخانىكىسى مىكرو زەررىچىلەرنىڭ ھەرىكەت قانۇنىيىتى ھەققىدىكى ئاساسىي نەزەرىيىدىن ئىبارەت. مىكرو زەررىچىلەر ماكرو زەررىچىلەردىن پەرقلىنىدىغان بىر مۇنچە خۇسۇسىيەتلەرنى ئىپادىلەيدۇ. تۈپكى نۇقتىسى مىكرو زەررىچىلەرنىڭ دولقۇن ھەم زەررىچىدىن ئىبارەت ئىككى ياقلىملىق خۇسۇسىيەتكە ئىگە بولغانلىقىدا بولۇپ، شۇ سەۋەبتىن ئۇلار بويسۇنىدىغان ھەرىكەت قانۇنىيەتلىرىمۇ ماكرو زەررىچىلەرنىڭكىگە تۈپتىن ئوخشىمايدۇ. كۋانت مېخانىكىسى تىكلىنىشتىن ئىلگىرى بور پلانك، ئېينىشتېين قاتارلىق كىشىلەر ئوتتۇرىغا قويغان كۋانت ئۇقۇمىغا ئاساسەن ئالدىنقى مەرگىلدىكى كۋانت نەزەرىيىسىنى تۇرغۇزۇپ، ئاتوملارنىڭ بىرنەچچە خۇسۇسىيىتىنى قىسمەن ھالدا چۈشەندۈرگەن. ئەمما بۇ نەزەرىيە ھەل قىلالايدىغان مەسىلىلەر چەكلىكلا بولۇپ قالغان. شۇنداقلا نەزەرىيىدە يەنە ماسلاشمايدىغان ئامىللار

1925 – يىلى ھېيزېنبېرگ قاتارلىق كىشىلەر ئالدىنقى مەۋجۇت بولۇپ، ئۇلارنىڭ ھەممىسى كىشىنى رازى قىلالمايدۇ. 1925 – يىلى ھېيزېنبېرگ قاتارلىق كىشىلەر ئالدىنقى مەۋجۇت بولۇپ، ئۇلارنىڭ ھەممىسى كىشىنى رازى قىلالمايدۇ. ماترىسسا مېخانىكىسىنى تەرەققىي قىلدۇردى. مەركىلدىكى كۋانت مېخانىكىسىغا قارىتا بولغان تەنقىدنى كۆزدە تۇتۇپ، ماترىسسا مېخانىكىسىنى تەرەققىي قىلدۇردى. 1926 – يىلى شىرېدىنگېر دې بروگلىنىڭ دولقۇن ۋە زەررىچىدىن ئىبارەت ئىككى ياقلىملىق خۇسۇسىيەت ھەققىدىكى پەرىزىگە ئاساسەن دولقۇن مېخانىكىسىنى تىكلىدى، ئۇزاق ئۆتمەي، شىرېدىنگېر قاتارلىق كىشىلەر ماترىسسا مېخانىكىسى بىلەن دولقۇن مېخانىكىسىنىڭ ماتېماتىكىدا تەڭ قىممەتلىك ئىكەنلىكىنى ئىسپاتلىدى. شۇنىڭ بىلەن ئىككى خىل نەزەرىيە ئۇيغۇرلۇپ كۋانت مېخانىكىسى بولدى. كېيىن يەنە دىراك قاتارلىق كىشىلەرنىڭ تەرەققىي قىلدۇرۇشى ئارقىلىق، كۋانت مېخانىكىسى نەزەرىيە جەھەتتىن مۇكەممەل، ئۇسۇل جەھەتتىن تەل بولغان يېڭى بىر نەزەرىيىگە ئايلاندى.

كۋانت مېخانىكىسى كلاسسىك مېخانىكىدىن تۆۋەندىكى جەھەتتىن پەرقلىنىدۇ. كۋانت مېخانىكىسىدا زەررىچىنىڭ ھالىتى دولقۇن فۇنكسىيىسى $\psi(r,t)$ ئارقىلىق تەسۋىرلىنىدۇ. ئۇ كوئوردىنات r بىلەن ۋاقىت t نىڭ كومپلېكس فۇنكسىيىسىدىن ئىبارەت. دولقۇن فۇنكسىيىسىنىڭ مودۇلىنىڭ كۋادراتى $|\psi(r,t)|^2$ ۋاقىت (پەيت) t دا، كوئوردىنات r دىكى تېپىلىدىغان زەررىچىلەر-نىڭ ئېھتىماللىق زىچلىقىنى ئىپادىلەيدۇ. زەررىچىنىڭ تېزلىكى ئانچە چوڭ بولمىغان نىسپىيلىك نەزەرىيىسى بولمىغان ئەھۋالدا، زەررىچە ھالىتىنىڭ ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگىرىش قانۇنىيىتى، يەنى دولقۇن فۇنكسىيىسى قانائەتلەندۈرىدىغان ھەرىكەت تەڭلىمىسى شىرېدىنگېر تەڭلىمىسىدىن ئىبارەت بولىدۇ؛ زەررىچىنىڭ تېزلىكى ناھايىتى چوڭ بولغان نىسپىيلىك نەزەرىيىسىدىكى ئەھۋال ئاستىدا، شىرېدىنگېر تەڭلىمىسىنىڭ ئورنىغا دىراك تەڭلىمىسى ياكى كلېئىن – گدىن تەڭلىمىسى دەسسىتىلىدۇ.

بورنىڭ ھىدروگېن ئاتومىنىڭ ئېنېرگىيە دەرىجىسى ھەققىدىكى ئۇقۇمى بىر پەرەز بولماستىن، بۇنى كۋانت مېخانىكىسىدىن تەبىئىي ھالدىلا كەلتۈرۈپ چىقىرىشقا بولىدۇ. بۇنداق بولۇپلا قالماستىن، كۋانت مېخانىكىسى ئاتوم، مولېكۇلا، قاتتىق جىسىم ۋە مىكرو زەررىچىلەرنىڭ سوقۇلۇشى قاتارلىق كۆپ مەسىلىلەردە تەجرىبىگە ئوبدان ئۇيغۇن كېلىدىغان نەتىجىلەرگە ئېرىشىپ، ئىنتايىن چوڭ مۇۋەپپەقىيەتكە ئىگە بولدى.

كۋانت مېخانىكىسى كېيىن يەنە تەرەققىياتلارغا ئېرىشتى، يۇقىرى ئېنېرگىيىلىك ئەھۋاللاردا زەررىچىلەرنىڭ ئايلىنىشى بىرخىل ئومۇميۈزلۈك ھادىسە بولۇپ، بارلىق زەررىچىلەر (فوتون، ئېلېكترون، مېزون، نۇكلېئون قاتارلىقلار)نى بىرلىككە كەلگەن ئۇسۇل بىلەن بىرتەرەپ قىلىش كېرەك، شۇنداق قىلغاندىلا ئاندىن زەررىچىلەرنىڭ ھاسىل بولۇشى، تارماربولۇشى ۋە ئايلىنىشىنى نەزەرىيىدە ئەكس ئەتتۈرگىلى بولىدۇ. مۇشۇنداق ئېھتىياج تۈپەيلى كۋانت مېخانىكىسىنىڭ ئاساسىدا كۋانت مەيدان نەزەرىيىسى بارلىققا كەلدى. كۋانت مەيدان نەزەرىيىسى زەررىچىلەر فىزىكىسى، ستاتىستىك فىزىكا، ئۇيۇشۇش ھالىتى نەزەرىيىسى ۋە يادرو نەزەرىيىسىدىكى ئاساسىي نەزەرىيە قورالىغا ئايلاندى.

بۇ بابتىن قىسقىچە خۇلاسە

بۇ بابتا مىكرو دۇنياغا بەنىمۇ چوڭقۇرلاپ كىردۇق. مىكرو دۇنيا ھەققىدىكى نۇرغۇن تۇقتىنەزەر ۋە قانۇنىيەتلەر ماكرو دۇنيادىكىگە ئوخشاش بولمايدۇ.

(1) فوتو ئېلېكتر ئېففېكتى دېگەن نېمە؟ بۇ، ئىنسانىيەتنىڭ يورۇقلۇقنىڭ تەبىئىتىنى بىلىش جەريانىدا قانداق رول ئوينىدى؟

(2) ئېينشتېيىننىڭ فوتون تەلىماتى دېگەن نېمە؟ فوتون تەلىماتىدىن قانداق پايدىلىنىپ فوتو ئېلېكتر ئېففېكتىنى چۈشەندۈرگىلى بولىدۇ؟ فوتو ئېلېكتروننىڭ ئەڭ چوڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى بىلەن فوتوننىڭ ئېنېرگىيىسى، مېتاللاردىكى ئۆتۈلۈپ چىقىش ئىشى قاتارلىقلار ئارىسىدا قانداق مۇناسىۋەت مەۋجۇت؟

(3) ھازىرقى زامان فىزىكىسىنىڭ كۆزقارىشى بويىچە، يورۇقلۇقنىڭ دولقۇن ۋە زەررىچىدىن ئىبارەت ئىككى ياقلىمىلىق خۇسۇسىيىتىنى قانداق چۈشىنىش كېرەك؟

(4) بورنىڭ ئاتوم تۈزۈلۈشى ھەققىدىكى نەزەرىيىسىدىكى قايسى فىزىكىلىق مىقدارلار كۋانتلاشقان بولىدۇ؟

(5) ئېنېرگىيە دەرىجىسى دېگەن نېمە؟ ئاتومنىڭ سەكرىگەندە فوتون رادىئاتسىيەلەپ چىقىرىدىغان ئېنېرگىيىسى بىلەن باش، ئاخىرقى ئىككى ئېنېرگىيە دەرىجىسىنىڭ قانداق مۇناسىۋىتى بار؟

(6) قانداق تەجرىبە ئەمەلىي ماددا زەررىچىسى (مەسىلەن، ئېلېكترون) نىڭمۇ دولقۇنلۇق خۇسۇسىيەتكە ئىگە ئىكەنلىكىنى ئىسپاتلىدى؟ ئەمەلىي ماددا زەررىچىسىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى بىلەن ئۇنىڭ ھەرىكەت مىقدارىنىڭ قانداق مۇناسىۋىتى بار؟ نېمە ئۈچۈن ماكرو جىسىملارنىڭ دولقۇنلۇق خۇسۇسىيىتىنى ئاسانلىقچە كۆزەتكىلى بولمايدۇ؟

(7) ھىدروگېن ئاتومىدىكى ئېلېكتروننىڭ ھەرىكىتىنى تەتقىق قىلىشتىكى «ئېلېكترون بۇلۇتى» نېمىنى كۆرسىتىدۇ؟

*(8) ئېنىقسىزلىق مۇناسىۋەت دېگەن نېمە؟ ئېنىقسىزلىق مۇناسىۋەت مىكرو زەررىچىلەرنىڭ ھەرىكىتىنىڭ ماكرو زەررىچىلەرنىڭكىگە قارىغاندا قانداق ئوخشىمايدىغان جايلىرى بارلىقىنى ئەكس ئەتتۈرىدۇ؟

كۆنۈكمە

A گۇرۇپپا

(1) ئىنفرا قىزىل نۇر، كۆرۈنىدىغان نۇر ۋە ئۇلترا بىنەپشە نۇرلاردىن قايسى خىل نۇرنىڭ فوتونىنىڭ ئېنېرگىيىسى ئەڭ چوڭ بولىدۇ؟

(2) «قىزىل نۇرنىڭ فوتونى»، «سېرىق نۇرنىڭ فوتونى» دەپ ئېيتىشقا بولىدۇ، ئەمما «ئاق يورۇقلۇقنىڭ فوتونى» دەپ ئېيتىشقا بولمايدۇ، نېمە ئۈچۈن؟

(3) 51 ـ بەتتىكى جەدۋەلدىكى بىرنەچچە خىل مېتال 50 ـ بەتتىكى جەدۋەلدە كۆرۈلمىگەن. ئەمدى بۇلارنىڭ لىمىت چاستوتىسىنى ھېسابلاپ كۆرۈڭ.

(4) ناترىي سپېكترىدىكى ئىككى تال سېرىق سپېكتر سىزىقىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ئايرىم ـ ئايرىم 589.6mm ۋە 589.0mm. ئەمدى ناترىي ئاتومىنىڭ بۇ ئىككى خىل دولقۇن ئۇزۇنلۇقتىكى نۇرلارنى رادىئاتسىيەلەپ چىقىرىشتىكى سەكرىشىنىڭ ئالدى ـ كەينىدىكى ئېنېرگىيە دەرىجىسىنىڭ پەرقلىرىنى ئايرىم ـ ئايرىم ھېسابلاپ چىقىرىڭ.

(5) بىر دانە ئېلېكترون بىردانە ئاساسىي ھالەتتىكى ھىدروگېن ئاتومىغا سوقۇلغاندا، بۇ ھىدروگېن ئاتومى ئىئونلاشقان بولسا، بۇ ئېلېكتروننىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى قانچە؟

(6) تەنھەرىكەتچىنىڭ يۈگۈرگەندىكى دې بروگلى دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنى مۆلچەرلەپ ھېسابلاڭ. نېمە ئۈچۈن تەنھەر...

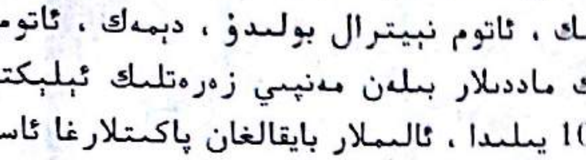
بىزگە مەلۇم، ئاتوم ئاتوم يادروسى بىلەن ئېلېكترونلاردىن تەشكىل تاپىدۇ. ئالىملار تەتقىق قىلىش ئارقىلىق كىچىككىنە ئاتوم يادروسىمۇ مۇرەككەپ تۈزۈلۈشكە ئىگە ئىكەنلىكىنى تونۇپ يەتتى. ئاتوم يادروسى ھەققىدىكى تەتقىقاتلارغا ئەگىشىپ، كىشىلەرنىڭ ماددا تۈزۈلۈشكە بولغان تونۇشى تۈزلۈكسىز چوڭقۇرلاشتى ھەم كىشىلەر مۇشۇ ئاساستا نۇرغۇن يېڭى قوللىنىش ساھەلىرىنى ئاچتى. بۇ بابتا ئاتوم يادروسى ھەققىدىكى بىلىملەرنى ئۆگىنىمىز.

§ 1 . ئاتومنىڭ يادرولۇق تۈزۈلۈشى   ئاتوم يادورسى

1897 - يىلى تومسون (1856~1940) ئېلېكتروننى بايقىدى. ئۇزاق ئۆتمەي، كىشىلەر يەنە گازلارنىڭ ئىئونلىنىشى ۋە فوتو ئېلېكتر ئېففېكتى قاتارلىق ھادىسىلەردە ماددىلاردىن ئېلېكترونني سوقۇپ چىقىرىۋېلىشقا بولىدىغانلىقىنى بايقىدى. ئېلېكتروننىڭ ماسسىسى ئەڭ يېنىك بولغان ھىدروگېن ئاتومىنىڭ ماسسىسىدىن كۆپ كىچىك بولغانلىقتىن، ئېلېكترون ئاتومنىڭ تەركىبىي قىسمى دەپ قارالدى.

ئېلېكترون مەنپىي زەرەتلىك، ئاتوم نېيترال بولىدۇ، دېمەك، ئاتوم ئىچىدە يەنە مۇسبەت زەرەتلىك ماددا بار. بۇ مۇسبەت زەرەتلىك ماددىلار بىلەن مەنپىي زەرەتلىك ئېلېكترونلار ئاتومنى قانداق تۈزىدۇ؟

20 - ئەسىرنىڭ ئالدىنقى 10 يىلىدا، ئالىملار بايقالغان پاكىتلارغا ئاساسەن، ئاتوم تۈزۈلۈشى ھەققىدە نۇرغۇن مودېللارنى ئوتتۇرىغا قويدى. بۇلارنىڭ ئىچىدىكى تەسىرى ئەڭ كۈچلۈكى تومسون ئوتتۇرىغا قويغان ئاتوم مودېلى. تومسون مۇنداق دەپ قارىغان، ئاتوم بىر شارسىمان جىسىم بولۇپ، مۇسبەت زەرەتلەر پۈتكۈل شار ئىچىگە تەكشى تەقسىملەنگەن، ئېلېكترونلار بولسا چىلان تورتتىكى چىلانلاردەك ئاتومغا سانجىلغان بولىدۇ (1.22 - رەسىم). تومسون ئوتتۇرىغا قويغان ئاتوم مودېلى بەزى تەجرىبە پاكىتلىرىنى چۈشەندۈرۈپ بېرەلەيدۇ، لېكىن ئۇزاق ئۆتمەي، بۇ مودېلنى يېڭى تەجرىبە پاكىتلىرى ئىنكار قىلىۋەتتى.



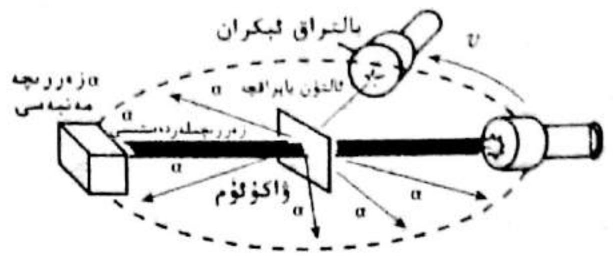
1.22 - رەسىم

ئاتومنىڭ يادرولۇق تۈزۈلۈش مودېلى

1909 - يىلدىن 1911 - يىلغىچە ئەنگلىيە فىزىكا ئالىمى رېزېرفورد (1871~1937) ۋە ئۇنىڭ ياردەمچىلىرى α زەررىچىلىرىنىڭ چېچىلىش تەجرىبىسىنى ئېلىپ بارغان. 2.22 - رەسىم بۇ تەجرىبە قۇرۇلمىسىنىڭ سخېمىسى، α نۇرنى ئالتۇن ياپراقچىغا چۈشۈرگەندە، ئالتۇن ئاتومىدىكى زەرەتلىك زەررىچىلەرنىڭ α زەررىچىگە قارىتا كۇلون كۈچ تەسىرى بولىدىغانلىقتىن، بەزى α زەررىچىلىرى ئالتۇن ياپراقچىدىن ئۆتكەندىن كېيىن ئەسلىدىكى ھەرىكەت يۆنىلىشىنى ئۆزگەرتىدۇ. بۇ ھادىسە α زەررىچىلەرنىڭ چېچىلىشى دەپ ئاتىلىدۇ. رېزېرفورد چېچىلىشنى تەھلىل قىلىش ئارقىلىق ئاتومنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى زەرەتلەر بىلەن ماسسىنىڭ تەقسىملىنىش ئەھۋالىنى بىلىشنى ئۈمىد قىلغان.

تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپ فىزىكىسىدا، a زەررىچىنىڭ 2 دانە پروتون بىلەن 2 دانە نېيتروندىن تەشكىل تاپىدىغانلىقى، مۇسبەت زەرەتلىك بولىدىغانلىقىنى ئۆگىنىپ ئۆتكەن ئىدۇق.

تەجرىبە نەتىجىسى شۇنداق بولىدۇكى، مۇتلەق كۆپ ساندىكى α زەررىچىلىرى ئالتۇن ياپراقچىنى تېشىپ ئۆتكەندىن كېيىن ئاساسەن يەنىلا ئەسلىدىكى يۆنىلىشى بويىچە ئىلگىرىلەيدۇ، ئەمما ئاز ساندىكى α زەررىچىلىرى چوڭراق ئېغىش ھاسىل قىلىدۇ.

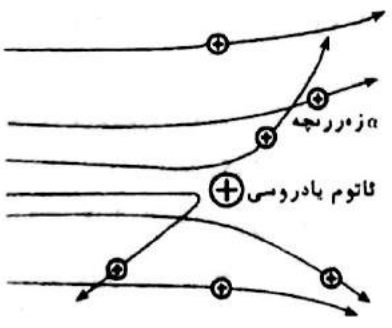


2.22 ـ رەسىم . α زەررىچىلىرىنىڭ چېچىلىش تەجرىبىسىنىڭ سخېمىسى . يالتىراق ئېكران رەسىمدىكى ئۈزۈك سىزىقنى بويلاپ ئايلىنالايدۇ . بۇ ئوخشاش بولمىغان يۆنىلىشلەرگە قاراپ چېچىلغان زەررىچىلەرنىڭ سانىنى ستاتىستىكىلاشتا ئىشلىتىلىدۇ . پۈتۈن ئۈسكۈنە ۋاكۇئۇمغا ئورۇنلاشتۇرۇلىدۇ .

تەجرىبىدە كۆزىتىلگەن چوڭ بۇلۇڭلۇق چېچىلىشلار رېزېرفوردنى ھەيران قالدۇرغان . بۇنداق چوڭ بۇلۇڭلۇق چېچىلىشلارنى ئالتۇن ياپراقچىنىڭ ئاتومى ئىچىدىكى ئېلېكترونلارنىڭ كەلتۈرۈپ چىقىرىشى مۇمكىن ئەمەس ، چۈنكى ئېلېكترونىنىڭ ماسسىسى ناھايىتى كىچىك . بۇ خۇددى ئوق بىر دانە توزانغا ئۇچرىغانغا ئوخشاش بولۇپ ، ھەرىكەت يۆنىلىشىدە ھېچقانداق ئۆزگىرىش بولمايدۇ . پەقەت α زەررىچە ئاتوم يادروسى ئىچىدىكى مۇسبەت زەرەتنىڭ كۈچلۈك ئىتتىرىش كۈچىگە ئۇچرىغاندىلا ئاندىن ئۇنىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشىدە مۇشۇنداق چوڭ ئۆزگىرىش بولىدۇ . ئاتومدىكى مۇسبەت زەرەتلەر بىلەن ئاتومنىڭ ماسسىسى چوقۇم ناھايىتى كىچىك بىر يادروغا يىغىلغان بولىدۇ . بولمىسا ، چوڭ بۇلۇڭلۇق چېچىلىشنىڭ بولۇشى مۇمكىن ئەمەس .

كۆرگىلى بولمايدىغان ، تۇتقىلى بولمايدىغان ئەتقىقات ئوبيېكتىغا قارىتا ، كىشىلەر دائىم مۇئەييەن پاكىتلارغا ئاساسەن بىر خىل «مودېل»نى ئوتتۇرىغا قويۇش ئارقىلىق ئۇنى تەسۋىرلەيدۇ . ئاندىن يېڭى تەجرىبە پاكىتلىرى ۋە نەزەرىيىۋى تەھلىللەرگە ئاساسەن ، مودېلغا قارىتا تۈزىتىش كىرگۈزىدۇ . بۇنىڭ بىلەن تەتقىقات ئوبيېكتىغا بولغان تونۇشنى تەدرىجىي چوڭقۇرلاشتۇرىدۇ .

رېزېرفورد ھەرقايسى يۆنىلىشلەرگە چېچىلغان α زەررىچىلەرنىڭ سانىنى توغرا ستاتىستىكىلاپ ، مۇشۇ ئاساستا ئاتومنىڭ يادرولۇق تۈزۈلۈشىنىڭ مودېلىنى ئوتتۇرىغا قويغان . ئاتومنىڭ مەركىزىدە ناھايىتى كىچىك بىر يادرو بار بولۇپ ، ئاتوم يادروسى دەپ ئاتىلىدۇ . ئاتومنىڭ ھەممە مۇسبەت زەرىتى ۋە ماسسىسىنىڭ ھەممىسى دېگۈدەك ئاتوم يادروسىغا توپلانغان بولۇپ ، مەنپىي زەرەتلىك ئېلېكترونلار يادرو سىرتىدىكى بوشلۇقتا ھەرىكەت قىلىپ يۈرىدۇ .



3.22 ـ رەسىم . كۆپ قىسىم α زەررىچىلىرى ئالتۇن ياپراقچىدىن ئۆتكەندە ئاتوم يادروسىدىن ناھايىتى يىراق بولىدۇ . پەقەت ئاز ساندىكى α زەررىچىلىرى ئاتوم يادروسىنىڭ يېنىدىن ئۆچۈپ ئۆتۈپ ، ئاتوم ياروسىنىڭ ئىتتىرىش كۈچىگە روشەن ھالدا ئۇچراپ چوڭ بۇلۇڭلۇق چېچىلىش ھاسىل قىلىدۇ .

بۇ مودېلغا ئاساسلانغاندا ، ئاتوم يادروسى ناھايىتى كىچىك بولغانلىقتىن ، كۆپ قىسىم α زەررىچىلىرى ئالتۇن ياپراقچىنى تېشىپ ئۆتكەندە يادرودىن ناھايىتى يىراق بولۇپ ، ئۇچرايدىغان ئىتتىرىش كۈچى ناھايىتى كىچىك بولىدۇ ، ئۇلارنىڭ ھەرىكىتى ئاساسەن تەسىرگە ئۇچرىمايدۇ ، پەقەت ئىنتايىن ئاز ساندىكى α زەررىچىلىرىلا ئاتوم يادروسىنىڭ يېنىدىن ئۆچۈپ ئۆتۈپ ، ئاتوم يادورسىنىڭ كۇلون ئىتتىرىش كۈچىگە روشەن ھالدا ئۇچراپ ، چوڭ بۇلۇڭلۇق ئېغىش ھاسىل قىلىدۇ (22 .3ـ رەسىم) .

رېزېرفوردنىڭ ئاتومنىڭ يادرولۇق تۈزۈلۈش مودېلىغا ئاساسلانغاندا ، ئاتومنىڭ ئىچكى قىسمى ئىنتايىن «كەڭ بوشلۇق»تىن ئىبارەت بولىدۇ . يېقىنقى يىللاردىن بۇيانقى تەتقىقاتلار شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى ، ئاتومنىڭ دىئامېتىرىنىڭ سانلىق مىقدار دەرىجىسى (ئەمەلىيەتتە ئېلېكترونىنىڭ ھەرىكەت دائىرىسىنىڭ سانلىق مىقدار دەرىجىسى) 10^{-10}m ، ئاتوم يادروسىنىڭ دىئامېتىرىنىڭ سانلىق مىقدار دەرىجىسى 10^{-15}m بولۇپ ، ئىككىسىنىڭ پەرقى 100 مىڭ ھەسسە

كېلىدۇ؛ ئەگەر ئاتومنى دىئامېتىرى 100m ئەتراپىدا بولغان بىر چوڭ شارغا ئوخشاتقاندا، ئۇ هالدا ئاتوم يادروسى ئارانلا مىللىمېتىر ئەتراپىدىكى دانە كۆرۈچنىڭ چوڭلۇقىدا بولىدۇ. ئاتومنى كۆز بىلەن كۆرگىلى بولمايدۇ، ئاتوم يادروسى تېخىمۇ كىچىك بولىدۇ.

ئاتوم يادروسىنىڭ تۈزۈلۈشى

ئەمما ناھايىتى كىچىك بولغان ئاتوم يادروسىمۇ ئىچكى تۈزۈلۈشكە ئىگە. 1919 - يىلى رېزېرفورد α زەررىچە بىلەن ئازوت يادروسىنى بومباردىمان قىلىش تەجرىبىسىنى ئىشلىدى. ئۇ ئازوت يادروسىدىن بىر خىل زەررىچىنى سوقۇپ چىقارغان ھەمدە ئۇنىڭ زەرىتى ۋە ماسسىسىنى ئۆلچەپ چىقىپ، ئۇنىڭ ھىدروگېن ئاتوم يادروسى (مۇسبەت زەرەتلىك بولۇپ، زەرەت مىقدارى بىر دانە ئېلېمېنتار زەرەتكە تەڭ بولىدۇ) ئىكەنلىكىنى بىلىپ، ئۇنى **پروتون** دەپ ئاتىغان. كېيىن كىشىلەر يەنە ئوخشاش ئۇسۇلدىن پايدىلىنىپ فتور، ناترىي، ئاليۇمىن قاتارلىقلارنىڭ ئاتوم يادروسىدىن پروتوننى سوقۇپ چىقارغان، شۇنىڭ بىلەن كىشىلەر پروتون ئاتوم يادورسىنىڭ تەركىبىي قىسمى دەپ ھۆكۈم قىلىشقان.

دەسلەپتە كىشىلەر ئاتوم يادروسى پەقەت پروتوندىنلا تەشكىل تاپقان، دەپ قارىغان. لېكىن بۇ يادرونىڭ ماسسىسى بىلەن ئاتوم يادروسىنىڭ زەرەت مىقدارىنى توغرا چۈشەندۈرۈپ بېرەلمىگەن. ئەگەر ئاتوم يادروسى پروتوندىنلا تەشكىل تاپقان بولسا، مەلۇم خىل ئاتوم يادروسىنىڭ ماسسىسى بىلەن پروتون ماسسىسىنىڭ نىسبىتى شۇ خىل ئاتوم يادورسىنىڭ زەرىتى بىلەن پروتون زەرىتىنىڭ نىسبىتىگە تەڭ بولۇشى كېرەك. ئەمەلىيەتتە مۇتلەق كۆپ ساندىكى ئاتوم يادرولىرىنىڭ ماسسىسى بىلەن پروتون ماسسىسىنىڭ نىسبىتى يادرونىڭ زەرىتى بىلەن پروتون زەرىتىنىڭ نىسبىتىدىن چوڭ بولىدۇ. رېزېرفورد ئاتوم يادروسى ئىچىدە ماسسىسى پروتوننىڭكىگە تەڭ، ئەمما زەرەتسىز بولغان يەنە بىر خىل زەررىچە مەۋجۇت بولۇشى مۇمكىن دەپ قىياس قىلىپ، بۇ خىل زەررىچىنى **نېيترون** دەپ ئاتىغان. رېزېرفوردنىڭ بۇ قىياسىنى ئۇنىڭ ئوقۇغۇچىسى چادۋىك تەجرىبىدە ئىسپاتلىغان. ئىنچىكە ئۆلچەشلەر شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى، نېيتروننىڭ ماسسىسى پروتوننىڭ ماسسىسىغا ئىنتايىن يېقىنلىشىدۇ، پەقەت پروتوننىڭكىدىن مىڭدىن بىر ئەتراپىدا چوڭ بولىدۇ.

نېيتروننىڭ ماسسىسى:
$(1.6749286 \pm 0.0000010) \times 10^{-27}$kg.
پروتوننىڭ ماسسىسى:
$(1.6726231 \pm 0.0000010) \times 10^{-27}$kg.

نېيترون بايقالغاندىن كېيىن، كىشىلەر ناھايىتى تېزلا ئاتوم يادروسى پروتون بىلەن نېيتروندىن تەشكىل تاپقان دەپ قارالسا، ئاتوم يادروسىغا مۇناسىۋەتلىك نۇرغۇن مەسىلىلەرنى ئەتراپلىق چۈشەندۈرگىلى بولىدىغانلىقىنى تونۇپ يەتتى. شۇنىڭ بىلەن ئاتوم يادروسى پروتون بىلەن نېيتروندىن تەشكىل تاپىدۇ، دېگەن بۇ كۆزقاراش تېزلا ئومۇمنىڭ ئېتىراپ قىلىشىغا ئېرىشتى.

پروتون بىلەن نېيترون ئومۇملاشتۇرۇلۇپ **نۇكلېئون** دەپ ئاتىلىدۇ. نېيترون زەرەتسىز بولۇپ، ئاتوم يادروسىنىڭ زەرىتى يادرو ئىچىدىكى پروتوننىڭ زەرىتىنىڭ ئومۇمىي يىغىندىسىغا تەڭ بولىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن ئاتوم يادروسىنىڭ زەرىتى پروتون زەرىتىنىڭ پۈتۈن سان ھەسسىسىگە تەڭ بولىدۇ. ئادەتتە بۇ پۈتۈن ساننى ئاتوم يادروسىنىڭ زەرەت مىقدارىغا ۋەكىل قىلىپ ئېلىپ، Z بىلەن ئىپادىلەپ، ئاتوم يادروسىنىڭ **پروتون سانى** دەپ ئاتىلىدۇ. ئاتوم يادروسىنىڭ **زەرەت سانى** پروتونلار سانى Z كە تەڭ بولىدۇ. ئاتوم يادروسىنىڭ ماسسىسى يادرو ئىچىدىكى پروتون بىلەن نېيتروننىڭ ماسسىلىرىنىڭ ئومۇمىي يىغىندىسىغا تەڭ. پروتون بىلەن نېيتروننىڭ ماسسىلىرى تەڭ دېيەرلىك بولىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن ئاتوم يادروسىنىڭ ماسسىسى نۇكلېئون ماسسىسىنىڭ پۈتۈن سان ھەسسىسىگە تەقرىبىي تەڭ بولىدۇ. ئادەتتە بۇ پۈتۈن ساننى ئاتوم يادروسىنىڭ ماسسىسىغا ۋەكىل قىلىپ، A بىلەن ئىپادىلەپ، ئاتوم يادروسىنىڭ **ماسسا سانى** دەپ ئاتىلىدۇ.

ئاتوم يادروسىنىڭ زەرەت سانى يادرو ئىچىدىكى پروتونلارنىڭ ساندىن ئىبارەت، يەنى شۇ خىل ئېلېمېنتنىڭ ئاتوم رەت نومۇرىغا تەڭ بولىدۇ. ئاتوم يادروسىنىڭ ماسسا سانى يادرو ئىچىدىكى نۇكلېئونلار ساندىن ئىبارەت بولىدۇ. مەسىلەن، گېلىي يادروسىنىڭ زەرەت سانى 2 بولۇپ، بۇ گېلىي يادروسى

ئىچىدە 2 دانە پروتون بارلىقىنى ئىپادىلەيدۇ؛ گېلىي يادروسىنىڭ ماسسا سانى 4 بولۇپ، بۇ گېلىي يادروسى ئىچىدە 4 دانە نۇكلېئون بارلىقىنى، بۇنىڭ 2 دانىسى نېيترون ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ.

مەلۇم خىل ئېلېمېنتنى ئىلغا ئالغاندا، ئەگەر ئۇنىڭ پروتون سانى بىلەن ماسسا سانىنى تەكىتلەشكە توغرا كەلسە، ئېلېمېنت بەلگىسىنىڭ سول تۆۋەن بۇرجىكى بىلەن سول يۇقىرى بۇرجىكىگە ئايرىم - ئايرىم ئۇنىڭ پروتون سانى بىلەن ماسسا سانى ئىپادىلەپ قويۇلىدۇ. مەسىلەن، ^4_2He پروتون سانى 2، ماسسا سانى 4 بولغان گېلىي يادروسىغا ۋەكىللىك قىلىدۇ؛ $^{235}_{92}U$ زەرەت سانى 92، ماسسا سانى 235 بولغان ئۇران يادروسىغا ۋەكىللىك قىلىدۇ. بەزىدە يەنە ماسسا سانىلا ئىپادىلەپ قويۇلىدۇ. مەسىلەن، ^{235}U ياكى سۆز بىلەن ئۇران 235 دەپ يېزىپ قويۇلىدۇ.

ئاتوم يادروسى دائىم بەلگە ^A_ZX ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ. بۇنىڭدىكى X ئېلېمېنتنىڭ بەلگىسى، A ئاتوم يادروسىنىڭ ماسسا سانى، Z ئاتوم يادروسىدىكى پروتون سانى.

ئاتوم يادروسىنىڭ پروتون سانى يادرو سىرتىدىكى ئېلېكترونلارنىڭ سانىنى بەلگىلەيدۇ. يەنە ئېلېكترونلارنىڭ يادرو سىرتىدىكى جايلىشىش ئەھۋالىنى بەلگىلەپ، بۇ ئارقىلىق شۇ خىل ئېلېمېنتنىڭ خىمىيىلىك خۇسۇسىيىتىنى بەلگىلەيدۇ. ئوخشاش خىل ئېلېمېنتلارنىڭ ئاتوم، پروتونلار سانى ئوخشاش، يادرو سىرتىدىكى ئېلېكترونلار سانىمۇ ئوخشاش بولىدۇ، شۇڭا ئۇلار ئوخشاش خىمىيىلىك خۇسۇسىيەتكە ئىگە بولىدۇ. ئەمما ئۇلارنىڭ نېيترون سانى ئوخشاش بولماسلىقى مۇمكىن. مانا بۇنداق پروتون سانى ئوخشاش، ئەمما نېيترون سانى ئوخشاش بولمىغان ئاتوملار ئېلېمېنتلار جەدۋىلىدە ئوخشاش بىر ئورۇندا تۇرىدۇ، شۇڭا ئۇلار ئۆزئارا ئىزوتوپلار دېيىلىدۇ. مەسىلەن، ھىدروگېننىڭ ئۈچ خىل ئىزوتوپى بار بولۇپ، ئايرىم - ئايرىم ھىدروگېن، دېيتېرىي (ئېغىر ھىدروگېن دەپمۇ ئاتىلىدۇ)، ترىتىي دەپ ئاتىلىدۇ. ئۇلارنىڭ بەلگىسى ^1_1H، ^2_1H، ^3_1H بولىدۇ.

1 - مەشىق

(1) رېزېرفورد قانداق قىلىپ α زەررىچىنىڭ چېچىلىش تەجرىبىسىدىن ئاتومنىڭ يادرولۇق تۈزۈلۈشكە ئېرىشكەن؟

(2) نېمە ئۈچۈن ئاتوم يادروسىنىڭ پەقەت پروتوندىنلا تەشكىل تېپىشى مۇمكىن ئەمەس دېيىلىدۇ؟ ئېلېمېنتلار دەۋرىي جەدۋىلىدىن تەكشۈرۈپ كۆرۈپ، مىسال كەلتۈرۈپ چۈشەندۈرۈڭ.

(3) كاربون 14 نىڭ يادروسى ئىچىدە قانچە دانە پروتون بار؟ قانچە دانە نېيترون بار؟

§ 2 . تەبىئىي رادىئو ئاكتىپلىق ھادىسە يېمىرىلىش

ئاتوم يادروسى مۇرەككەپ تۈزۈلۈشكە ئىگە بولۇپلا قالماي، يەنە ئۆزگىرىش ھاسىل قىلالايدۇ. تەبىئىي رادىئو ئاكتىپلىق ھادىسە ئاتوم يادروسىنىڭ بىرخىل ئۆزلۈكىدىن ئۆزگىرىشىدىن ئىبارەت.

تەبىئىي رادىئوئاكتىپلىق ھادىسە. 1896 - يىلى فرانسىيە فىزىكا ئالىمى بېككېرېل (1852~1908) ئۇران ۋە تەركىبىدە ئۇران بار رۇدىلار كۆرۈنمەيدىغان مەلۇم خىل نۇرلارنى قويۇپ بېرىدىغانلىقىنى، بۇ خىل نۇرلار قارا قەغەزدىن ئۆتۈپ فوتو سۈرەت لېنتىسىنى (نېگاتىپنى) نۇر سەزدۈرەلەيدىغانلىقىنى بايقىغان. ماددىلارنىڭ بۇنداق نۇرلارنى چىقىرىش خۇسۇسىيىتى رادىئو ئاكتىپلىق دەپ ئاتىلىدۇ. رادىئو ئاكتىپلىققا ئىگە ئېلېمېنتلار رادىئو ئاكتىپ ئېلېمېنتلار دەپ ئاتىلىدۇ.

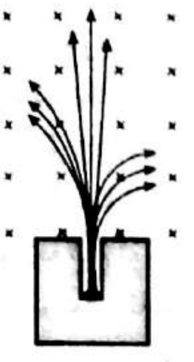
رادىئو ئاكتىپلىق خۇسۇسىيەت ئاز ساندىكى بىرنەچچە خىل ئېلېمېنتلاردىلا بار بولغان خۇسۇسىيەت ئەمەس، تەتقىقاتلاردىن ئاتوم رەت نومۇرى 83 تىن چوڭ ياكى 83 كە تەڭ بولغان بارلىق ئېلېمېنتلارنىڭ

... 83 تىن كىچىك بولغان ئېلېمېنتلارنىڭ ئۆزلۈكىدىن نۇر چىقىرىدىغانلىقى بايقالدى . ئاتوم رەت نومۇرى 83 تىن چوڭ بولغان ئېلېمېنتلارنىڭ مۇشۇنداق ئۆزلۈكىدىن نۇر چىقىرىش بەزىلىرىمۇ رادىئو ئاكتىپلىق خۇسۇسىيەتكە ئىگە . ئېلېمېنتلارنىڭ ھادىسىسى تەبىئىي رادىئو ئاكتىپلىق ھادىسە دەپ ئاتىلىدۇ .

بىز تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ، رادىئو ئاكتىپ ماددىلارنىڭ « نۇر » ئۆگىنىپ ، رادىئو ئاكتىپ ماددىلارنىڭ ئۆزلۈكىدىن نۇر چىقىرىدىغانلىقىنى β نۇر ۋە γ نۇردىن ئىبارەت ئۈچ خىل نۇر چىقىرىدىغانلىقىنى ئۆتكەن ئىدۇق . α نۇر يۇقىرى سۈرئەتلىك α زەررىچىلەر ئېقىمىدىن ئىبارەت . α زەررىچىنىڭ زەرەت سانى 2 ، ماسسا سانى 4 بولۇپ ، ئۇ ئەمەلىيەتتە گېلىي ئاتوم يادروسىدىن ئىبارەت . β نۇر يۇقىرى سۈرئەتلىك ئېلېكترونلار ئېقىمىدىن ئىبارەت . γ نۇر زەرەتسىز بولۇپ ، ئۇ ئېنېرگىيىسى ناھايىتى يۇقىرى بولغان ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىدىن ئىبارەت ، ئۇنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ناھايىتى قىسقا ، $10^{-10}m$ دىن تۆۋەن بولىدۇ .

نېمە ئۈچۈن ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ ئېنېرگىيىسى يۇقىرى بولسا، ئۇنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى چوقۇم قىسقا بولىدۇ دەيمىز؟

ئەگەر بۇ ئۈچ خىل نۇر ماگنىت مەيدانىغا چۈشۈرۈلسە ، ئۇلارنىڭ ھەرىكىتىدە ئوخشاش بولمىغان ئۆزگىرىشلەر بولىدۇ (مەسىلەن ، 22 .4-رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك) . يۇقىرىدا ئۆگىنىپ ئۆتكەن لورېنتس كۈچى بىلىمىگە ئاساسەن ، سىز قايسى دەستىنىڭ α نۇر ، قايسى دەستىنىڭ β نۇر ، قايسى دەستىنىڭ γ نۇر ئىكەنلىكىگە ھۆكۈم قىلالايسىز .



4. 22 - رەسىم . نۇرلارنىڭ ماگنىت مەيداندا ئېغىشى .

αزەررىچە رادىئو ئاكتىپ ماددىدىن ئېتىلىپ چىققاندا ناھايىتى چوڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىگە ئىگە بولۇپ ، تېزلىكى يورۇقلۇق تېزلىكىنىڭ 1/10 ىگە يېتىدۇ . ئۇ گازلارنى ئاسانلا ئىئونلاشتۇرىدۇ ، ئۇنىڭ نېگاتىپنى يورۇقلۇق سەزدۈرۈش تەسىرىمۇ كۈچلۈك بولىدۇ . ئەمما ئۇ ماددىلارنىڭ ئاتوملىرىغا سوقۇلغاندا ئېنېرگىيىسى ئاسانلا خورايدىغانلىقتىن ، ماددىلارنى تېشىپ ئۆتۈش ئىقتىدارى كىچىك بولۇپ ، ھاۋادا پەقەت بىرنەچچە سانتىمېتىر قوغۇشۇن رادىئوئاكتىپ مەنبە تارلا ئىلگىرىلىيەلەيدۇ ، بىر تاختا ئادەتتىكى قەغەز ئۇنى توسۇپ قالالايدۇ . پارچىسىنىڭ تار تۆشۈكىگە قو-

β زەررىچىنىڭ رادىئو ئاكتىپ ماددىدىن ئېتىلىپ چىققاندىكى تېزلىكى يۇقىرى بولغان تېخىمۇ چوڭ بولۇپ ، يورۇقلۇق تېزلىكىنىڭ %99 ىگە يېتىدۇ ، ئۇنىڭ ئىئونلاش رولى ئاجىزراق بولىدۇ ، ئەمما تېشىپ ئۆتۈش ئىقتىدارى كۈچلۈكرەك بولۇپ ، قارا قەغەزنى ئاسانلا تېشىپ ئۆتەلەيدۇ ، ھەتتا نەچچە ممىللىمېتىر قېلىنلىقتىكى ئاليۇمىن تاختىنى تېشىپ ئۆتەلەيدۇ . γ زەررىچىنىڭ ئىئونلاش رولى تېخىمۇ كىچىك ، ئەمما تېشىپ ئۆتۈش ئىقتىدارى ناھايىتى كۈچلۈك بولۇپ ، ھەتتا نەچچە سانتىمېتىر قېلىنلىقتىكى قوغۇشۇن تاختىنى تېشىپ ئۆتەلەيدۇ .

تەتقىقاتلار شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى ، ئەگەر بىرخىل ئېلېمېنت رادىئو ئاكتىپلىققا ئىگە بولسا ، مەيلى ئۇ يەككە ماددا شەكلىدە مەۋجۇت بولسۇن ، مەيلى مەلۇم خىل بىرىكمە شەكلىدە مەۋجۇت بولسۇن ، ئۇنىڭ رادىئو ئاكتىپلىقى تەسىرگە ئۇچرىمايدۇ ، يەنى رادىئو ئاكتىپلىق ئېلېمېنتلارنىڭ مەۋجۇت بولۇش ھالىتى بىلەن مۇناسىۋەتسىز . بىزگە مەلۇم ، ئېلېمېنتلارنىڭ خىمىيىلىك خۇسۇسىيىتى ئاتوم يادروسىنىڭ سىرتىدىكى ئېلېكترونلاردىن بەلگىلىنىدۇ ، شۇڭا رادىئو ئاكتىپ نۇرلار ئاتوم يادروسىدىن كېلىدۇ ، دەپ ھۆكۈم قىلىشقا بولىدۇ . يەنى ئاتوم يادروسى ئىچكى قىسىم تۈزۈلۈشكە ئىگە . ئەمەلىيەتتە كىشىلەر ئاتوم يادروسىنىڭ تۈزۈلۈشىنى تەبىئىي رادىئوئاكتىپلىقتىن باشلاپ تونۇغان .

يېمىرىلىش ئاتوم يادروسى α زەررىچە ياكى β زەررىچىنى قويۇپ بەرگەندىن كېيىن يېڭى ئاتوم يادروسىغا ئايلىنىدۇ ، بۇخىل ئايلىنىشنى **ئاتوم يادروسىنىڭ يېمىرىلىشى** دەپ ئاتايمىز .

ئۇران 238 نىڭ يادروسى **بىر دانە α زەررىچىنى قويۇپ بەرگەندىن كېيىن** ، يادرو ماسسا سانى 4 ئازىيىپ ، زەرەت سانى 2 ئازىيىپ ، **يېڭى يادروغا ئايلىنىدۇ . بۇ يېڭى يادرو** توري 234 نىڭ يادروسىدىن

www.uyghurkitap

ئىبارەت بولىدۇ . بۇخىل يېمىرىلىش α يېمىرىلىش دەپ ئاتىلىدۇ . بۇ جەرياننى تۆۋەندىكى يېمىرىلىش تەڭلىمىسى ئارقىلىق ئىپادىلەشكە بولىدۇ :

$$^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He \ .$$

رادىئو ئاكتىپلىق ھادىسە كېشپ- لەرنى ئاتوم يادروسىنىڭ ئىچكى قىسىم ھەرىكىتى توغرىسىدىكى تونۇشۇن مۇھىم ئۇچۇرلار بىلەن تەمىن ئەتتى.

بۇ يېمىرىلىش جەريانىدا ، يېمىرىلىشتىن ئاۋۋالقى ماسسا سانى يېمى- رىلىشتىن كېيىنكى ماسسا سانلىرىنىڭ يىغىندىسىغا تەڭ بولىدۇ ، يېمى- رىلىشتىن ئاۋۋالقى زەرەت سانى يېمىرىلىشتىن كېيىنكى زەرەت سانلىرىنىڭ يىغىندىسىغا تەڭ بولىدۇ . كۆپلىگەن كۆزىتىشلەر شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى ، ئاتوم يادروسى يېمىرىلىش قىلغاندا زەرەت سانى بىلەن ماسسا سانى ساقلىنىدۇ .

$^{238}_{92}U$ دا α يېمىرىلىش يۈز بەرگەندە ھاسىل بولغان $^{234}_{90}Th$ مۇ رادىئو ئاكتىپلىققا ئىگە بولۇپ ، ئۇ بىردانە β زەررىچىنى قويۇپ بېرىپ $^{234}_{91}Pa$ (پروتاكتىنىي)غا ئايلىنىدۇ . ئېلېكترونىنىڭ ماسسىسى نۇكلېئون- نىڭ ماسسىسىدىن كۆپ كىچىك بولۇپ ، ئاتوم يادروسى بىردانە ئېلېكترونىنى قويۇپ بەرگەندىن كېيىن ، ئۇنىڭ ماسسا سانى ئۆزگەرمەيدۇ . شۇڭا ئېلېكترونىنىڭ ماسسا سانى نۆل ، زەرەت سانى 1— بولىدۇ دەپ قاراپ ، ئۇنى $^{0}_{-1}e$ ئارقىلىق ئىپادىلەشكە بولىدۇ . شۇنداق قىلىپ ، يۇقىرىقى جەرياننى تۆۋەندىكى يېمىرىلىش تەڭلىمىسى ئارقىلىق ئىپادىلەشكە بولىدۇ :

$$^{234}_{90}Th \rightarrow ^{234}_{91}Pa + ^{0}_{-1}e \ .$$

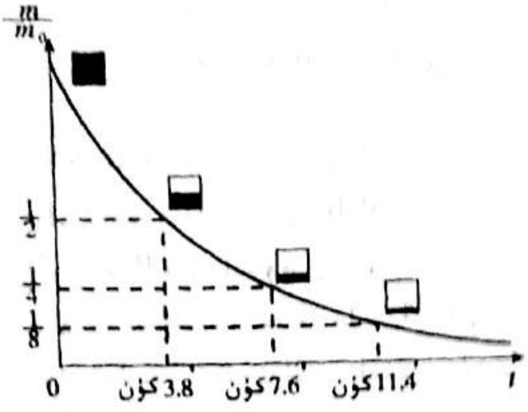
بۇ تەڭلىمىنىڭ ئىككى تەرىپىدىكى ماسسا سانلىرى بىلەن زەرەت سانلىرىمۇ ساقلىنىدۇ . β زەررىچىنى قويۇپ بېرىدىغان بۇنداق يېمىرىلىش β يېمىرىلىش دەپ ئاتىلىدۇ .

رادىئو ئاكتىپ ئېلېمېنتنىڭ ئاتوم يادروسىدا 2 دانە نېيترون ۋە 2 دانە پروتوننىڭ بىرىكىشى بىرقەدەر زىچ بولۇپ ، بەزىدە بۇلار بىرگەۋدە بويىچە چوڭراق ئاتوم يادروسىدىن ئېتىلىپ چىقىدۇ ، مانا بۇ رادىئوئاك- تىپ ئېلېمېنتتا يۈز بەرگەن α يېمىرىلىش ھادىسىسى ، گەرچە ئاتوم يادروسى ئىچىدە ئېلېكترون بولمىسى- مۇ ، لېكىن يادرو ئىچىدىكى نېيترونلار پروتون بىلەن ئېلېكترونغا ئايلىنىپ ، ھاسىل بولغان ئېلېكترون يادرو ئىچىدىن ئېتىلىپ چىقىدۇ . مانا بۇ β يېمىرىلىش .

ئاتوم يادروسىنىڭ ئېنېرگىيىسىمۇ ئوتاش بولمىغان بىر قاتار سانلىق قىممەتلەرنىلا ئالالايدۇ ، شۇنىڭ ئۈچۈن ئېنېرگىيە دەرىجىسى مەۋجۇت بولىدۇ ، شۇنداقلا ئېنېرگىيە دەرىجىسى قانچە تۆۋەن بولسا ، شۇنچە مۇقىم بولىدۇ . رادىئو ئاكتىپ ئاتوم يادروسىدا α يېمىرىلىش ، β يېمىرىلىش يۈز بەرگەندىن كېيىن ، ھاسىل بولغان يېڭى يادرو كۆپ ھاللاردا يۇقىرى ئېنېرگىيە دەرىجىسىدە تورىدۇ ، بۇ چاغدا ئۇ تۆۋەن ئېنېر- گىيە دەرىجىسىگە سەكرەپ γ فوتوننى رادىئاتسىيىلەپ چىقىرىدۇ . شۇڭا γ نۇر كۆپ ھاللاردا α نۇر ۋە β نۇر بىلەن بىللە ھاسىل بولىدۇ . رادىئو ئاكتىپ ماددىلار ئۈزلۈكسىز يېمىرىلىش قىلغاندا ، ئاتوم يادروسىنىڭ بەزىلىرى α يېمىرىلىش ، بەزىلىرى β يېمىرىلىش قىلىدۇ ، شۇنىڭ بىلەن بىرۋاقىتتا ، يەنە γ رادىئاتسىيىلىنىش بىللە يۈز بېرىدۇ ، بۇچاغدا نۇرلار ئىچىدە بىرلا ۋاقىتتا α ، β ۋە γ دىن ئىبارەت ئۈچ خىل نۇر بار بولىدۇ .

يېرىم يېمىرىلىش دەۋرى رادىئو ئاكتىپ ئىزوتوپلارنىڭ يېمىرىلىشىنىڭ تېز - ئاستىلىقى بەلگى- لىك قانۇنىيەتكە ئىگە . مەسىلەن ، رادون 222 بولسا α يېمىرىلىش ئارقىلىق پولونىي 218 گە ئايلىنىدۇ ، ئەگەر بەلگىلىك ۋاقىت ئۆتكەندىن كېيىن قالغان رادوننىڭ سانىنى بىرقېتىم ئۆلچىگەندە ، تەخمىنەن ھەر 3.8 كۈن ئۆتكەندە ، يېرىم رادوندا يېمىرىلىش يۈز بېرىدىغانلىقىنى بايقاشقا بولىدۇ . يەنى بىرىنچى 3. 8 كۈندىن كېيىن يېرىم رادون قالىدۇ ، ئىككىنچى 3.8 كۈندىن كېيىن 1/4 رادون قالىدۇ ، يەنە 3. 8 كۈن ئۆتكەندىن كېيىن پەقەت 1/8 رادون قالىدۇ (22 .5- رەسىم)… شۇڭا بىر رادىئو ئاكتىپ ئېلېمېنتلارنىڭ يېمىرىلىشىنىڭ تېز - ئاستىلىقىنى يېرىم يېمىرىلىش دەۋرى ئارقىلىق ئىپادىلىسەك بولىدۇ . رادىئو ئاكتىپ ئېلېمېنتنىڭ ئاتوم يادروسىنىڭ يېرىمىدا يېمىرىلىش يۈز بېرىش ئۈچۈن كېتىدىغان ۋاقىت شۇخىل

ئېلېمېنتنىڭ يېرىم يىمىرىلىش دەۋرى دەپ ئاتىلىدۇ. ئوخشاش بولمىغان رادىئو ئاكتىپ ئېلېمېنتلارنىڭ يېرىم يىمىرىلىش دەۋرى ئوخشاش بولمايدۇ، ھەتتا پەرقى ئىنتايىن چوڭ بولىدۇ. مەسىلەن، رادون 222 نىڭ يىمىرىلىپ پولونىي 218 گە ئايلىنىشىدىكى يېرىم يىمىرىلىش دەۋرى 3.8 كۈن، رادىي 226 نىڭ يىمىرىلىپ رادون 222 گە ئايلىنىشىدىكى يېرىم يىمىرىلىش دەۋرى 1620 يىل، ئۇران 238 نىڭ يىمىرىلىپ تورىي 234 گە ئايلىنىشىدىكى يېرىم يىمىرىلىش دەۋرى 4.5×10^9 يىل بولىدۇ.



5.22 - رەسىم. رادوننىڭ يىمىرىلىشى. ئوردىناتىنىڭ ئىپادىلىگىنى خالىغان ۋاقىتتىكى رادوننىڭ ماسسىسى m نىڭ $t=0$ بولغاندىكى ماسسىسى m_0 گە بولغان نىسبەت قىممىتى

رادىئو ئاكتىپ ئېلېمېنتلارنىڭ يىمىرىلىشىنىڭ تېز - ئاستىلىقى يادرو ئىچكى قىسمىنىڭ ئۆزىدىكى ئامىللاردىن بەلگىلىنىدۇ، ئاتوم تۇرغان فىزىكىلىق ھالەت ياكى خىمىيىلىك ھالەتلەر بىلەن مۇناسىۋەتسىز. مەسىلەن، بىر خىل رادىئو ئاكتىپ ئېلېمېنت مەيلى يەككە ماددا ھالىتىدە مەۋجۇت بولسۇن، مەيلى بىرىكمە ھالەتتە مەۋجۇت بولسۇن ۋە ياكى ئۇنىڭغا بېسىم كۈچى بېرىلسۇن، شۇنداقلا ئۇنىڭ تېمپېراتۇرىسى يۇقىرى كۆتۈرۈلسۇن، بۇلارنىڭ ھەممىسى ئۇنىڭ يېرىم يىمىرىلىش دەۋرىنى ئۆزگەرتەلمەيدۇ. بۇنىڭ سەۋەبى شۇكى، يىمىرىلىش ئاتوم يادروسىنىڭ ئىچكى قىسمىدا يۈز بېرىدۇ، بېسىم كۈچى، تېمپېراتۇرا، باشقا ئېلېمېنتلار بىلەن بىرىكىش قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسى ئاتوم يادروسىنىڭ تۈزۈلۈشىنى ئۆزگەرتەلمەيدۇ.

2 - مەشىق

(1) نېمە ئۈچۈن رادىئو ئاكتىپلىق ئاتوم يادروسىنىڭ ئىچكى تۈزۈلۈشكە ئىگە ئىكەنلىكىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ دەپ ئېيتىمىز؟

(2) ئاتوم يادروسىدا ئېلېكترون يوق. ئۇنداقتا، نېمە ئۈچۈن بەزى رادىئو ئاكتىپ ئېلېمېنتلارنىڭ ئاتوم يادرولىرى β زەررىچىنى قويۇپ بېرىدۇ؟

(3) تورىي 230 رادىئو ئاكتىپلىققا ئىگە. ئېلېمېنتلار دەۋرىي جەدۋىلىدىن ئىزدەپ كۆرۈڭ، ئۇ بىر دانە α زەررىچىنى قويۇپ بەرگەندىن كېيىن قايسى ئېلېمېنتقا ئايلانغان؟ يىمىرىلىش تەڭلىمىسىنى يېزىپ چىقىڭ.

(4) زەرەتلىك ئېلېكتروسكوپقا رادىئو ئاكتىپ نۇر چۈشكەندە، ئۇنىڭ زەرەتلىرى تېزلا يوقاپ كېتىدۇ، نېمە ئۈچۈن؟

(5) يېرىم يىمىرىلىش دەۋرى دېگەن نېمە؟ تورىي 234 نىڭ يېرىم يىمىرىلىش دەۋرىنىڭ 24 كۈن ئىكەنلىكى مەلۇم. 1g تورىي 234 بولسا 120 كۈن ئۆتكەندىن كېيىن يەنە قانچىلىك قالىدۇ؟

ئۇيغۇر كىتاب تورى www.uyghurkitap

قەدىمكى ياغاچنىڭ يىلىنى ئېنىقلاش

ئارخېئولوگلارنىڭ قەدىمكى ياغاچلارنىڭ يىلىنى ئېنىقلاش ئۇسۇلىنىڭ بىرخىلىدا رادىئوئاكتىپ ئىزوتوپ «سائەت» سىلىنىپ، بۇ ئارقىلىق ئۆتكەن ئۇزاق ۋاقىتلار ئۆلچىنىدۇ، بۇخىل ئۇسۇل رادىئو ئاكتىپ ئىزوتوپ ئارقىلىق يىلىنى ئېنىقلاش ئۇسۇلى دەپ ئاتىلىدۇ.

تەبىئەتتىكى كاربونلار ئاساسەن ^{12}C دىن ئىبارەت بولىدۇ. ئاز مىقداردا ^{14}C مۇ مەۋجۇت بولۇپ، بۇنى يۇقىرى قاتلام ئاتموسفېرادىكى ئازوت يادروسى قۇياشتىن چۈشكەن يۇقىرى ئېنېرگىيىلىك زەررىچىلەر ئېقىمىنىڭ تەسىرىدە ھاسىل قىلىدۇ. ^{14}C بولسا رادىئو ئاكتىپلىقتا ئىگە كاربوننىڭ ئىزوتوپى بولۇپ، ئۇ ئۆزلۈكىدىن β يىمىرىلىش قىلىپ ئازوتقا ئايلىنىدۇ. ئۇنىڭ يېرىم يىمىرىلىش دەۋرى 5730 يىل. ^{14}C ئاتومى ئۈزلۈكسىز ھاسىل بولۇپ يەنە ئۈزلۈكسىز يىمىرىلىپ، ھەرىكەت ھالىتىدىكى تەڭپۇڭلۇقتا تۇرىدۇ، ئۇنىڭ ئاتموسفېرادىكى مىقدارى تۇراقلىق بولىدۇ، 10^{12} دانە كاربون ئاتومى ئىچىدە تەخمىنەن بىردانە ^{14}C بولىدۇ. جانلىق ئۆسۈملۈك فوتو سىنتېز رولى ۋە نەپەس ئېلىش رولى ئارقىلىق مۇھىت بىلەن كاربون ئېلېمېنتىنى ئالماشتۇرىدۇ، تېنى ئىچىدە ^{14}C نىڭ نىسبىتى ئاتموسفېرادىكىگە ئوخشاش بولىدۇ. ئۆسۈملۈك قۇرۇپ كەتكەندىن كېيىن، ئۇنىڭ تېنى ئىچىدىكى ^{14}C يەنىلا يىمىرىلىش قىلىپ ئۈزلۈكسىز ئازىيىپ بارىدۇ، ئەمما قايتا تولۇقلانمايدۇ. شۇڭا رادىئو ئاكتىپلىق كۈچلۈكلۈكىنىڭ ئاجىزلىشىش ئەھۋالىغا ئاساسەن ئۆسۈملۈكنىڭ قۇرۇپ كەتكەن (ئۆلگەن) ۋاقتىنى ھېسابلاپ چىقىشقا بولىدۇ.

مەسىلەن، بىر پارچە قەدىمكى ياغاچنىڭ يىلىغا ھۆكۈم قىلىشتا، ئالدى بىلەن بۇ قەدىمكى ياغاچ پارچىسىنى قىزىتىپ، 1g كاربون ئەۋرىشكىسىنى ئېلىپ، زەررىچە ھېسابلىغۇچ (سانىغۇچ) ئارقىلىق ئۆلچەش ئېلىپ بېرىلىدۇ. ئەگەر ئۆلچەپ ئېرىشكەن ئەۋرىشكىنىڭ ھەر مىنۇتتىكى يىمىرىلىش قېتىم سانى دەل ھازىرقى زاماندىكى شۇ ئۆسۈملۈكتىن تەييارلانغان ئەۋرىشكىنىڭكى يېرىمىغا تەڭ بولسا، بۇ قەدىمكى ياغاچنىڭ ^{14}C نىڭ بىردانە يېرىم يىمىرىلىش دەۋرىدىن ئۆتكەنلىكىنى، يەنى 5730 يىل ئۆتكەنلىكىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ. ئەگەر ئۆلچەپ ئېرىشكەن ھەرمىنۇتتىكى يىمىرىلىش قېتىم سانى باشقا بىر قىممەت بولسا، يەنە يېرىم يىمىرىلىش دەۋرىگە ئاساسەن قەدىمكى ياغاچنىڭ يىلىنى ھېسابلاپ چىقىشقا بولىدۇ.

مەملىكىتىمىزدىكى ئارخېئولوگىيە خادىملىرى رادىئوئاكتىپ ئىزوتوپلار ئارقىلىق يىلىنى ئېنىقلاش ئۇسۇلىدىن پايدىلىنىپ ماۋاڭدۇي خەن سۇلالىسىگە ئائىت I - نومۇرلۇق قەبرىنىڭ سىرتقى قاپقىقى — شەمشاد ياغىچىغا قارىتا ئۆلچەش ئېلىپ باردى. ئۆلچەش نەتىجىسى بۇ قەبرىنىڭ بۇنىڭدىن 95±2130 يىل ئىلگىرى ئىكەنلىكىنى كۆرسىتىپ بەردى. تارىخىي مۇججەتلەرنى تەكشۈرۈش ئارقىلىق بۇ قەدىمكى قەبرىنىڭ دەۋرى غەربىي خەن سۇلالىسىنىڭ بالدۇرقى مەزگىللىرى بولۇپ، بۇنىڭدىن تەخمىنەن 2100 يىل ئىلگىرى ئىكەنلىكى ئىسپاتلاندى. بۇ ئىككىسى بىر- بىرىگە ناھايىتى ياخشى ئۇيغۇن كېلىدۇ.

§ 3 نۇرلۇنۇشنى تەكشۈرۈش ئۇسۇلى

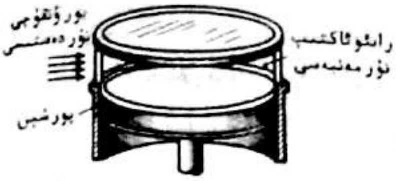
رادىئو ئاكتىپ نۇرلارنى كۆرگىلى بولمايدۇ، ئەمما رادىئو ئاكتىپ نۇرنىڭ زەررىچىلىرى باشقا ماددىلارغا تەسىر قىلغاندا ھاسىل قىلىدىغان بەزى ھادىسىلەرگە ئاساسەن رادىئو ئاكتىپ نۇرنىڭ مەۋجۇتلۇقىنى تەكشۈرۈپ بىلىشكە بولىدۇ. بۇ ھادىسىلەر ئاساسلىقى:

1. گازلارنى ئىئونلاشتۇرۇش، بۇ ئىئونلار ئۆتە تويۇنغان ھوردا تۇمان پەيدا قىلىدۇ ياكى ئۆتە ئىسسىق سۇيۇقلۇقتا گاز كۆپۈكچىلىرىنى پەيدا قىلىدۇ؛

2. فوتو سۈرەت نېگاتىپىنى (لېنتىسىنى) يورۇقلۇق سەزدۈرۈش؛

3. يالىڭراق ماددىلاردا يالىڭراق يورۇقلۇق ھاسىل قىلىش.
تۆۋەندە يەن تەنقىدا دائىم قوللىنىلىدىغان نۇرلارنى تەكشۈرۈشنىڭ بىرنەچچە خىل ئۇسۇلىنى تونۇشتۇرۇپ ئۆتىمىز.

ۋىلسون تۇمانلىق كامېراسى 6.22 - رەسىم. ۋىلسون تۇمانلىق كامېراسىنىڭ تۈزۈلۈش سخېمىسى بولۇپ، ئۇنىڭ ئاساسلىق قىسمى بىردانە سىلىندىرسىمان قاچا، تۆۋەندىكى قىسمى يۇقىرى - تۆۋەن سۈرۈلىدىغان پورشېندىن ئىبارەت. ئۇنىڭ ئۈستى قاپقىقى سۈزۈك بولۇپ، ئۇ ئارقىلىق زەررىچىلەر ھەرىكىتىنىڭ ئىزىنى كۆزىتىشكە ۋە سۈرەتكە ئېلىشقا بولىدۇ. تۇمانلىق كامېرا ئىچىدە ساپ (پاكىز)ھاۋا بولىدۇ. تەجرىبە ئىشلىگەندە، ئالدى بىلەن تۇمانلىق كامېرا ئىچىگە ئىسپىرتتىن ئازراق كىرگۈزۈش ئارقىلىق، كامېرا ئىچى ئىسپىرتنىڭ تويۇنغان ھورى بىلەن تولدۇرۇلىدۇ. ئاندىن كېيىن پورشېن تېز سۈرئەتتە تۆۋەنگە سۈرۈلسە، كامېرا ئىچىدىكى گاز تېز سۈرئەتتە كېڭىيىپ تېمپېراتۇرىنى تۆۋەنلە-تىدۇ. ئىسپىرت ھورى ئۆتە تويۇنغان ھالەتكە يېتىدۇ. بۇ چاغدا ئەگەر نۇر زەررىچىلە-رى كامېرا ئىچىدىكى گاز ئارىسىدىن ئۇچۇپ ئۆتسە، ئۆتۈش يولىدىكى گاز مولېكۇلىلىرىنى ئىئونلاشتۇرىدۇ، ئۆتە تويۇنغان ئىسپىرت ھورى بۇ ئىئونلارنى مەركەز قىلىپ ئۇيۇشۇپ تۇمان دانچىلىرىنى ھاسىل قىلىدۇ. بۇ تۇمان دانچىلىرى نۇر بېسىپ ئۆتكەن يولنى بويلاپ تىزىلىدۇ، شۇنىڭ بىلەن نۇرنىڭ ئىزى گەۋدىلىنىپ چىقىدۇ. بۇخىل تۇمانلىق كامېرانى ئەنگلىيە فىزىكا ئالىمى ۋىلسون (1869 — 1959) 1912 - يىلى كەشىپ قىلغان، شۇڭا ئۇ ۋىلسون تۇمانلىق كامېراسى دەپ ئاتىلىدۇ.



6.22 - رەسىم. ۋىلسون تۇمانلىق كامېراسىنىڭ سخېمىسى

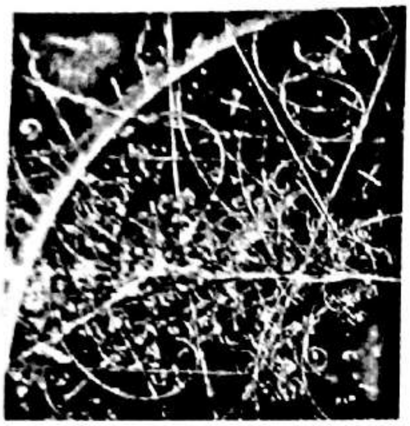
7.22 - رەسىم B ، A لار ئايرىم - ئايرىم α ، β نۇرلارنىڭ تۇمانلىق كامېرادىكى ئىزلىرى. α زەررىچىنىڭ ماسسىسى چوڭراق بولغانلىقتىن، ئۇ گاز ئىچىدە ئۇچۇپ يۈرگەندە ئاسانلىقچە يۆنىلىشىنى ئۆزگەرتمەيدۇ ھەم ئۇنىڭ ئىئونلاش ئىقتىدارى چوڭ بولۇپ، ئۇچۇش يولىدا نۇرغۇن ئىئونلارنى ھاسىل قىلىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن ئۇنىڭ تۇمانلىق كامېرادىكى ئىزى تۈز ھەم توم بولىدۇ. β زەررىچىنىڭ ماسسىسى كىچىك بولغانلىقتىن، گازغا سوقۇلغاندا ئاسانلا يۆنىلىشىنى ئۆزگەرتىدۇ، شۇنداقلا ئۇنىڭ ئىئونلاش ئىقتىدارى كىچىك بولۇپ، ئۇچۇش يولىدا ئازراقلا ئىئون ھاسىل قىلىدۇ، شۇڭا ئۇنىڭ تۇمانلىق كامېرادىكى ئىزى ئىنچىكىرەك بولىدۇ ھەم بەزىدە ئېگىلىدۇ. γ زەررىچىنىڭ ئىئونلاش ئىقتىدارى تېخىمۇ كىچىك بولۇپ، ئومومەن ئۇنىڭ ئىزىنى كۆرگىلى بولمايدۇ.

B A
7.22 - رەسىم. α ، β نۇرلارنىڭ ئىزلىرى

ئىزنىڭ ئۇزۇن - قىسقىلىقى ۋە توم - ئىنچىكىلىكىگە ئاساسەن زەررىچىلەرنىڭ خۇسۇسىيىتىنى بىلىشكە بولىدۇ؛ تۇمانلىق كامېرانى ماگنىت مەيدانىغا قويۇپ، زەرەتلىك زەررىچىلەرنىڭ ھەرىكەت ئىزلىرىنىڭ ئېگىلىش يۆنىلىشىدىن زەررىچىلەرنىڭ زەرىتىنىڭ مۇسبەت - مەنپىيلىكىنى بىلىشكە بولىدۇ.

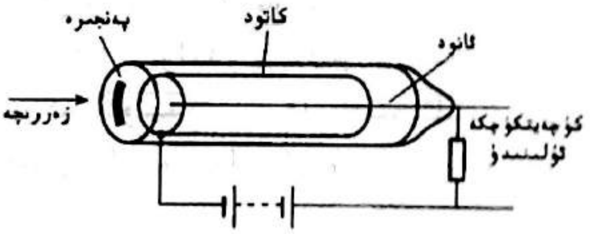
گاز كۆپۈكچە بۆلۈمچىسى گاز كۆپۈكچە بۆلۈمچىسىنىڭ پرىنسىپى تۇمانلىق كامېرانىڭ پرىنسىپىغا ئوخشاپ كېتىدۇ. ئوخشىمايدىغان جايى شۇكى، گاز كۆپۈكچە بۆلۈمچىسىگە قاچىلانغىنى سۇيۇقلۇق (مەسىلەن، سۇيۇق ھالەتتىكى ھىدروگېن) دىن ئىبارەت بولىدۇ. گاز كۆپۈكچە بۆلۈمچىسىنىڭ ئىچىدىكى سۇيۇقلۇقنىڭ تېمپېراتۇرىسى بىلەن بېسىمىنى كونترول قىلىش ئارقىلىق بۆلۈمچە ئىچىنىڭ تېمپېراتۇرىسى سۇيۇقلۇقنىڭ قايناش نۇقتىسىدىن تۆۋەن قىلىنىدۇ. گاز كۆپۈكچە بۆلۈمچىسىنىڭ ئىچكى بېسىمى تۇساتتىن تۆۋەنلىگەندە، سۇيۇقلۇقنىڭ قايناش نۇقتىسى تۆۋەنلەيدۇ، شۇڭا سۇيۇقلۇق ئۆتە

مىرىلەردا ئۆلۈمچە شىچىدە ئۇنىڭدىن ئۆز زەررىچىلىرىنىڭ ئەتراپىدا گاز كۆپۈكچىلىرى ھاسىل بولىدۇ. 8.22 - رەسىمدىكىسى زەررىچىلەر گاز كۆپۈكچە بۇلۇمچىسىدىن ئۆتكەندىكى ئىزلىرىنىڭ فوتو سۈرىتى بولۇپ، كىشىلەر سۈرەتكە خاتىرىلەنگەن ئىزلارغا ئاساسەن، زەررىچىلەرنىڭ زەرىنى، ھەرىكەت مىقدارى ۋە ئېنېرگىيىسى قاتارلىقلارنى تەھلىل قىلالايدۇ.



8.22 - رەسىم.

گېيگېر - مىيۇللېر سانىغۇچى سانىغۇچنىڭ ئاساسىي قىسمى گېيگېر لامپىسىدىن ئىبارەت (9.22 - رەسىم)، ئۇنىڭ سىرتى بىر ئەينەك نەيچە، ئىچى توك مېمىسىنىڭ مەنبىيى فوتوپىغا ئۇلىنىدىغان توك ئۆتكۈزىدىغان سىلىندىر بولۇپ، سىلىندىرنىڭ ئوتتۇرىسىدا مۇسبەت قۇتۇپقا ئۇلىنىدىغان بىرتال مېتال سىم بار. لامپا ئىچىگە ئىنېرت گازلار (مەسىلەن، ئارگون، نېئون قاتارلىقلار، بېسىمى تەخمىنەن 20kPa~10kPa) ۋە ئاز مىقداردا ئىسپىرت ھورى ياكى بروم ھورى قاچىلىنىدۇ. مېتال سىم بىلەن سىلىندىردىن ئىبارەت ئىككى قۇتۇپ ئارىسىغا بەلگىلىك ئېلېكتر بېسىمى (تەخمىنەن 1000V) بېرىلىدۇ، بۇ ئېلېكتر بېسىمى لامپا ئىچىدىكى گازلارنىڭ ئىئونلىنىش ئېلېكتر بېسىمىدىن ئازراق تۆۋەن بولىدۇ. مەلۇم خىل نۇر زەررىچىسى لامپا ئىچىگە كىرگەندە، ئۇ لامپا ئىچىدىكى گازلارنى ئىئونلاشتۇرىدۇ، ھاسىل بولغان ئېلېكترونلار ئېلېكتر مەيدانىدا كۈچەيتىلىپ، ئېنېرگىيىسى بارغانسېرى چوڭىيىدۇ، ئېلېكترونلار گاز مولېكۇلىلىرىغا سوقۇلغاندا، يەنە گاز مولېكۇلىلىرىنى ئىئونلاشتۇرۇپ، ئېلېكترون ھاسىل قىلىدۇ ... شۇنداق قىلىپ، بىر نۇر زەررىچىسى لامپا ئىچىگە كىرگەندىن كېيىن كۆپلىگەن ئېلېكترونلارنى ھاسىل قىلىدۇ. بۇ ئېلېكترونلار ئانودقا، كاتئونلار (مۇسبەت ئىئونلار) كاتودقا يېتىپ بېرىپ، سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرىدە بىر قېتىم ئىمپۇلس زەربە قوزغاپ بېرىشنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ. ئېلېكترونلۇق ئەسۋابلار ئارقىلىق زەربە قوزغاپ بېرىش سانىنى خاتىرىلىۋېلىشقا بولىدۇ.



9.22 - رەسىم . گېيگېر لامپىسى

بۇخىل ئەسۋابنى گېرمانىيە فىزىكا ئالىمى گېيگېر (1882~1945) 1928 - يىلى مىيۇللېر (1911~1977) بىلەن ھەمكارلىشىپ تەتقىق قىلىپ ياساپ چىققان، شۇڭا گېيگېر - مىيۇللېر (M—G) سانىغۇچى دەپ ئاتىلىدۇ. M—G سانىغۇچنىڭ چوڭايتىش ھەسسىلىك سانى ناھايىتى چوڭ ھەم بۇ ئىنتايىن سەزگۈر بولۇپ، بۇ ئارقىلىق رادىئو ئاكتىپلىقنى نەكشۈرۈش ناھايىتى قولايلىق. ئەمما ئۇنىڭ ئوخشاش بولمىغان نۇرلارغا نىسبەتەن ھاسىل قىلىدىغان ئىمپۇلس ھادىسىلىرى ئوخشاش بولىدۇ. شۇڭا بۇنىڭدىن پايدىلىنىپ ساناش ئېلىپ بارغىلىلا بولىدۇ، نۇرلارنىڭ تۈرلىرىنى پەرقلەندۈرگىلى بولمايدۇ. ئەگەر بىرلا ۋاقىتتا كۆپلىگەن زەررىچىلەر بولغاندا ياكى ئىككى زەررىچە چۈشكەن ۋاقىت ئارىلىقى ناھايىتى قىسقا (200μs تىن كىچىك) بولغاندا سان سانىيالمايدۇ. M—G سانىغۇچى ئارقىلىق α زەررىچىگە نىسبەتەن ساناش ئېلىپ بارغاندا، α زەررىچىنىڭ تېشىپ ئۆتۈش ئىقتىدارى كىچىك بولىدىغانلىقتىن، ئۇ ئەينەك نەيچىنىڭ دىۋارىدىن ئۆتەلمەيدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن نەيچىنىڭ ئالدى تەرىپىگە ناھايىتى نېپىز بىر كۋارتىس پلاستىنكىلىق پەنجىرە ئورنىتىپ، α زەررىچىنى مۇشۇ پەنجىرىدىن كىرگۈزسە ياكى ئاجىز رادىئو ئاكتىپ نۇر مەنبەسىنى ساناش لامپىسىنىڭ ئىچىگە سېلىپ قويسا بولىدۇ.

رادىئوئاكتىپلىقنى پايدىلىنىش ۋە ئۇنىڭدىن قوغدىنىش

رادىئوئاكتىپلىقنى پايدىلىنىش

بەزى ئىزوتوپلار رادىئو ئاكتىپلىققا ئىگە بولۇپ، رادىئو ئاكتىپ ئىزوتوپلار دەپ ئاتىلىدۇ. رادىئو ئاكتىپ ئىزوتوپلار سانائەت، يېزا ئىگىلىك، تىببىي داۋالاش، ساقلىقنى ساقلاش ۋە پەن تەتقىقات قاتارلىق نۇرغۇن جەھەتلەردە كەڭ قوللىنىلىدۇ.

رادىئو ئاكتىپ ئىزوتوپلارنىڭ قوللىنىلىشى بۇلارنىڭ نۇرلىرىدىن پايدىلىنىش ۋە بۇلارنى تامغىلىق ئاتوم قىلىشتىن ئىبارەت ئىككى يۆنىلىش بويىچە قانات يايدۇرۇلغان.

رادىئو ئاكتىپ ئىزوتوپلارمۇ α نۇر، β نۇر ۋە γ نۇرلارنى چىقىرالايدۇ. γ نۇرنىڭ تېشىپ ئۆتۈش ئىقتىدارى كۈچلۈك بولغانلىقتىن، بۇنىڭدىن پايدىلىنىپ مېتاللارنىڭ ئىچكى قىسمىدا كاۋاك ياكى دەزلەرنىڭ بار - يوقلۇقىنى تەكشۈرۈشكە بولىدۇ، ئىشلىتىلىدىغان ئەسۋاب γ نۇرلۇق دېفېكتوسكوپ (نۇقسان تەكشۈرۈش ئەسۋابى) دەپ ئاتىلىدۇ. α نۇرنىڭ ئىئونلاش تەسىرى ناھايىتى كۈچلۈك بولۇپ، بۇنىڭدىن پايدىلىنىپ ماشىنىلارنىڭ ئايلىنىش جەريانىدىكى سۈركىلىش تۈپەيلىدىن ھاسىل بولغان زىيانلىق ستاتىك ئېلېكترنى (تىنچ ئېلېكترنى) يوقاتقىلى بولىدۇ. جانلىق ئورگانىزم تېنىدىكى DNA (دېئوكسى رىبونۇكلېئىك كىسلاتا) جانلىقلار تۇرىنىڭ ئېرسىيەت كودىنى يۈدىگەن بولىدۇ، ئەمما نۇرلارنىڭ تەسىرىدە، DNA دا توساتتىن ئۆزگىرىش يۈز بېرىشى مۇمكىن. شۇڭا نۇر چۈشۈرۈش ئارقىلىق ئۇرۇقلاردا ئۆزگىرىش كەلتۈرۈپ چىقىرىپ، يېڭى ئەلا سورتلارنى يېتىشتۈرگىلى بولىدۇ، يېمەكلىكلەرنى ساقلىغىلى بولىدۇ (10.22 - رەسىم). زىرائەتلەردىكى زىيانلىق ھاشاراتلارنىڭ تەرەققىي قىلىشىنى كونترول قىلغىلى، ھەتتا زىيانلىق ھاشاراتلارنى بىۋاسىتە يوقاتقىلى بولىدۇ. ئادەم بەدىنىدىكى نورمال ھۈجەيرىلەرگە قارىغاندا راك ھۈجەيرىلىرى نۇرلارغا تېخىمۇ سەزگۈر بولىدۇ، شۇڭا رادىئو ئاكتىپ نۇرلارنى چۈشۈرۈش ئارقىلىق يامان خاراكتېرلىك ئۆسمىلەرنى داۋالىغىلى بولىدۇ. مانا بۇ دوختۇرلار دەيدىغان «رادىئو ئاكتىپ نۇردا داۋالاش» (4 - رەڭلىك رەسىم).

10.22- رەسىم. ئوخشاش بولمىغان مىقداردىكى γ نۇرلىرى چۈشۈرۈلگەندىن كېيىن ياڭيۇلارنىڭ 8 ئايدىن كېيىنكى ئەھۋالى. سول ئۈستى تەرەپتىكى ياڭيۇغا γ نۇر چۈشۈرۈلمىگەن، ئوڭ تۆۋەن تەرەپتىكىسىگە چۈشۈرۈلگەن γ نۇرنىڭ مىقدارى ئەڭ كۆپ، سول تۆۋەن تەرەپتىكى ساقلىنىشى ئەڭ ياخشى بولغان ياڭيۇغا چۈشۈرۈلگەن γ نۇرنىڭ مىقدارى ناھايىتى مۇۋاپىق بولغان.

تەبىئىي رادىئو ئاكتىپ ماددىلارغا قارىغاندا، سۈنئىي رادىئو ئاكتىپ ئىزوتوپلارنىڭ رادىئو ئاكتىپلىقىنىڭ كۈچلۈكلۈكىنى ئوڭاي كونترول قىلغىلى بولىدۇ، يەنە كېرەكلىك بولغان شەكىللەردە ئىشلەپچىقارغىلى بولىدۇ، بولۇپمۇ ئۇنىڭ يېرىم يىمىرىلىش دەۋرى تەبىئىي رادىئو ئاكتىپلىق ماددىلارنىڭكىدىن كۆپ قىسقا بولىدۇ، شۇڭا رادىئو ئاكتىپ كېرەكسىز ماتېرىياللارنى بىر تەرەپ قىلىش ئوڭاي. بۇنداق ئارتۇقچىلىقلارغا ئىگە بولغانلىقتىن، ئىشلەپچىقىرىش ۋە پەن تەتقىقاتلاردىكى نۇر ئىشلىتىشلەرنىڭ ھەممىسىدە سۈنئىي رادىئو ئاكتىپ ئىزوتوپلار ئىشلىتىلىدۇ، تەبىئىي رادىئو ئاكتىپ ماددىلار ئىشلىتىلمەيدۇ.

نېمە ئۈچۈن، يېرىم يىمىرىلىش دەۋرى قىسقا بولسا، رادىئو ئاكتىپ كېرەكسىز ماتېرىياللارنى بىر تەرەپ قىلىش ئاسان بولىدۇ، دەيمىز؟

بىرخىل رادىئو ئاكتىپ ئىزوتوپنىڭ ئاتوم يادروسى مۇشۇ خىل ئېلېمېنتنىڭ باشقا ئىزوتوپلىرىنىڭ ئاتوم يادروسى بىلەن ئوخشاش سانلىق مىقداردىكى پروتونلارغا ئىگە (پەقەت نېيترونلىرىنىڭ سانلىق مىقدارى ئوخشىمايدۇ) بولغانلىقتىن، يادرو سىرتىدىكى ئېلېكترونلىرىنىڭ سانىمۇ ئوخشاش بولىدۇ. بۇنىڭدىن، بىرخىل ئېلېمېنتنىڭ ھەرخىل ئىزوتوپلىرىنىڭ ئوخشاش خىمىيىلىك خۇسۇسىيەتكە ئىگە بولىدىغانلىقىنى بىلىشكە بولىدۇ. شۇنداق قىلىپ، بىز رادىئو ئاكتىپ بولمىغان ئىزوتوپلارنىڭ ئورنىغا رادىئو ئاكتىپ ئىزوتوپلارنى ئىشلىتىپ ھەرخىل بىرىكمىلەرنى تەييارلاپ چىقالايمىز. بۇنداق بىرىكمىلەرنىڭ ئاتومى ئادەتتىكى بىرىكمىلەرگە ئوخشاش بارلىق خىمىيىلىك رېئاكسىيىلەرگە قاتنىشىدۇ، بىراق «رادىئوئاكتىپ بەلگە»گە ئىگە بولىدۇ، بۇنى ئەسۋاب ئارقىلىق تەكشۈرۈپ چىقىشقا بولىدۇ. بۇنداق ئاتوم تامغىلىق (ئىزلىق) ئاتوم دەپ ئاتىلىدۇ.

ئېلېمېنتلارنىڭ خىمىيىلىك خۇسۇسىيىتى يادرو سىرتىدىكى ئېلېكترونلاردىن بەلگىلىنىدۇ.

كېۋەز غوزا تۇتۇپ ئېچىلغان چاغلاردا فوسفورلۇق ئوغۇتقا ئېھتىياجلىق بولىدۇ. فوسفورلۇق ئوغۇتنى كېۋەز يوپۇرماقلىرىغا چاچسىمۇ، ئۇ فوسفورلۇق ئوغۇتنى سۈمۈرۈۋالىدۇ. ئەمما قايسى ۋاقىتتا سۈمۈرۈلۈش نىسبىتى ئەڭ يۇقىرى بولىدۇ، فوسفورلۇق زىرائەت تېنىدە قانچە ۋاقىت ساقلىنىدۇ، فوسفورنىڭ زىرائەت تېنىدىكى تەقسىملىنىش ئەھۋالى قانداق بولىدۇ، دېگەنگە ئوخشاشلارنى ئادەتتىكى ئۇسۇللاردىن پايدىلىنىپ تەتقىق قىلغىلى بولمايدۇ. ئەگەر فوسفورنىڭ رادىئوئاكتىپ ئىزوتوپىدىن ئوغۇت ئىشلەپچىقىرىپ كېۋەز يوپۇرماقلىرىغا سېپىپ، ئاندىن بەلگىلىك ۋاقىت ئارىلاپ دېتېكتور (تەكشۈرگۈچ) ئارقىلىق كېۋەز شاخلىرىنىڭ ھەرقايسى قىسىملىرىنىڭ رادىئوئاكتىپلىق كۈچلۈكلۈكىنى ئۆلچەپ چىقسا، يۇقىرىدىكى مەسىلە ناھايىتى ئوڭايلا يېشىلىدۇ.

ئادەم بەدىنىدىكى قالقانسىمان بەزنىڭ ئىشلىشى ئۈچۈن يود كېرەك بولىدۇ. يود سۈمۈرۈۋېلىنغاندىن كېيىن قالقانسىمان بەز ئىچىگە يىغىلىدۇ. ئادەم بەدىنىگە يودنىڭ رادىئو ئاكتىپ ئىزوتوپى يود 131 نى ئوكۇل قىلىپ ئۇرۇپ، ئاندىن مۇددەت بىلەن دېتېكتور ئارقىلىق قالقانسىمان بەز ۋە ئۇنىڭ يېنىدىكى توقۇلمىلارنىڭ رادىئوئاكتىپ كۈچلۈكلۈكىنى ئۆلچەپ چىقسا، بۇنىڭ قالقانسىمان بەزنىڭ ئورگانىك خاراكتېرلىك كېسەل ياكى رولى جەھەتتىكى كېسەل ئىكەنلىكىگە دىئاگنوز قويۇشقا ياردىمى بولىدۇ.

يېقىنقى يىللاردىن بۇيان، بىئو چوڭ مولېكۇلىلىق تۈزۈلۈش ۋە ئۇنىڭ رولى جەھەتتىكى تەتقىقاتلارنىڭ ھەممىسىدە ئاساسەن تامغىلىق ئاتومنىڭ ياردىمىگە تايىنىپ كېلىندى.

رادىئوئاكتىپلىق بۇلغىنىش ۋە ئۇنىڭدىن قوغدىنىش

ئارتۇق مىقداردىكى رادىئوئاكتىپلىق مۇھىتنىڭ بۇلغىنىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىپ، ئىنسانىيەت ۋە تەبىئەتكە بۇزغۇنچىلىق رول ئوينايدۇ. مەسىلەن، ئامېرىكا 1945 - يىلى ياپونىيىدىكى خىروسىما ۋە ناگاساكىغا تاشلىغان ئىككى ئاتوم بومبىسى ئەينى ۋاقىتتا تەخمىنەن 100 مىڭ ئادەمنى قىرىپ تاشلاپلا قالماستىن، كېيىنكى 50 نەچچە يىلدا ئۇنىڭ رادىئوئاكتىپلىق بۇلغىشى تۈپەيلىدىن نۇرغۇن بىگۇناھ كىشىلەر ئۆلۈپ كەتتى. 1987- يىلى سابىق سوۋېت ئىتتىپاقى چېرنوبىل يادرو ئېلېكتر ئىستانسىسىدىكى يادرونىڭ ئېقىپ چىقىپ كېتىشى نۇرغۇن كىشىلەرنىڭ ئۆلۈشى - زەخىملىنىشىنى كەلتۈرۈپ چىقاردى.

11.22 - رەسىم . ئاتوم بومبىسىنىڭ پارتلىتىشقا ئۇچرىغاندىن كېيىنكى خىروسىما

ئاتوم بومبىسى پارتلىغاندا ، يادرو ئېلېكتر ئىستانسىسىدىكى يادرو ئېقىپ چىقىپ كەتكەندىلا ئېغىر بۇلغ
ىنشنى كەلتۈرۈپ چىقىرىپ قالماستىن ، سۇنئىي سىنتېزلىغان بەزى رادىئوئاكتىپ ماددىلار ۋە بەز
تەبىئىي ماددىلار چىقارغان ئارتۇق مىقداردىكى رادىئوئاكتىپ نۇرلارمۇ ئىنسانىيەت ۋە تەبىئەتكە ئېغ
زىيانلارنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ . مەسىلەن ، رادىئوئاكتىپ ئىزوتوپ ئارقىلىق كېسەلگە قارىتا «رادىئوئا
تىپ نۇر ئارقىلىق داۋالاش» ئېلىپ بارغاندا ، ئەگەر رادىئوئاكتىپ نۇرنىڭ مىقدارى چوڭ بولۇپ كەتس
تېرە ۋە مۇسكۇللار جاراھەتلىنىپ ساقايمايدۇ ، ھەتتا ئاخىر كېسەل ئادەم رادىئوئاكتىپلىقنىڭ زەخىملەند
رۇشى تۈپەيلىدىن ئۆلۈپ كېتىدۇ . بەزى رۇدىلاردىمۇ ئارتۇق مىقداردىكى رادىئوئاكتىپ ماددىلار بولىدۇ
ئەگەر دىققەت قىلمىسا ، ئادەم بەدىنىگە زور خېيىمخەتەرلەرنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ . 12.22 - رەسىم
«بېيجىڭ ياشلار گېزىتى»نىڭ 2001 - يىل 9 - ئاينىڭ 6 - كۈنىدىكى بىر خەۋىرى بېرىلگەن .

دېفېكتوسكوپنى ئىشلىتىپ ، گامما نۇر مەنبەسىنى چۈشۈرۈپ قويۇش
كىچىككىنە «ئاچقۇچ زەنجىرى»نىڭ 13 ئادەمنى موللاق ئاتقۇزۇشى

تۈنۈگۈن بىر ئوقۇرمەننىڭ تېلېفون بېرىپ ئىنكاس قىلىشىچە ، يەنشەن نېفىت خىمىيە شىركىتىنىڭ 13 نەپەر رېمونت ئىشچىسى
گامما نۇر مەنبەسىنىڭ رادىئاتسىيىسىگە ئۇچرىغاندىن كېيىن كېسەللىك ئالامىتى جىددىي بولۇپ ، ھازىر دوختۇرخانىدا داۋالىنىۋېتىپتۇ .
گېزىتىمىز مۇخبىرى جاۋ شىنپېينىڭ جەزملەشتۈرگەن خەۋىرى : تۈنۈگۈن چۈشتىن كېيىن سائەت 3 تە ، مۇخبىر يەنشەن نېفىت
خىمىيە زاۋۇتىنىڭ ئىشچى - خىزمەتچىلەر دوختۇرخانىسىغا بېرىپ ، ياتاقخانا بىناسىنىڭ 8 - قەۋىتىدىكى بىر نەچچە كېسەلخانىسىدا ، نۇرنىڭ
زەخىملەندۈرۈشىگە ئۇچرىغان تۆت نەپەر ئىشچى بىلەن كۆرۈشتى . ئېگىز بويلۇق شياۋۋاڭنىڭ ئېيتىشىچە ، 9 - ئاينىڭ 2 - كۈنى چۈشتىن
بۇرۇن سائەت 10 دا رېمونت سېخىنىڭ مۇئاۋىن باشلىقى لى ئۇستا رېمونت قىلىۋاتقان نەق مەيداندا بىر دانە «ئاچقۇچ زەنجىرى» تېپىۋالغان :
كۆل رەڭ مىتال زەنجىرنىڭ بىر ئۇچىغا بىر دانە كىچىك قومۇشۇن توگۈنچەك چېگىپ قويۇلغان ، ئۇ بۇنى ئويۇنچۇق دەپ بىلىپ يانچۇقىغا
سېلىۋالغان . چۈشلۈك دەم ئېلىش ۋاقتىدا بۇنى بىر نەچچە خىزمەتداش بىلەن تۇتۇپ كۆرۈپ باققاندىن كېيىن تارتمىغا سېلىپ قويغان .
بۇلار بۇ كىچىك ئويۇنچۇقنىڭ بىر چولڭ «ئالۋاستى» ئىكەنلىكىنى زادىلا ئويلاپ باقمىغان ئىدى .
چۈشتىن كېيىن سائەت بەش يېرىم بولغاندا ، بىر كىشى تېلېفون بېرىپ بىر تال مىتال زەنجىر تېپىۋالغان - تېپىۋالمىغانلىقىنى
سورىغاندىلا ، ئاندىن ئۇلار بۇ «ئاچقۇچ زەنجىرى»نىڭ ئەمەلىيەتتە γ نۇر مەنبەسى — ئىرىدىي 192 ئىكەنلىكىنى بىلگەن . ئەسلىدە يەنشەن
نېفىت خىمىيە شىركىتى 9 - ئاينىڭ 2 - كۈنى سەھەردىن باشلاپ نۇرۋىيا لىنىيىسىگە قارىتا تەكشۈرۈش ئېلىپ بېرىپ ، γ نۇرلۇق
دېفېكتوسكوپنى ئىشلەتكەن . نەتىجىدە ئىشتىن چۈشكەندە ئەڭ ھالقىلىق بولغان رادىئوئاكتىپ نۇر مەنبەسىنى ئىشلىگەن نەق مەيدانغا
چۈشۈرۈپ قويغان .

شياۋۋاڭ . كېسەل ئەھۋالى ئەڭ ئېغىر لى ئۈسىدا ، ئۇنىڭ بىر يوتىسىنىڭ ئىشتان يانچۇقىغا توغرا كېلىدىغان جايى ئىششىپ كەتتى ، ئۇ ۋە يەنە كېسەل ئەھۋالى ئېغىرراق بولغان 3 كىشى 307 - دوختۇرخانىغا ئېلىپ كېلىندى . ھازىر رادىئاتسىيىگە ئۇچراپ ئىنچى - بىرمۇنچىلەر دوختۇرخانىسىدا ياتقان ئىنچىدىن 7 نەپىرى بار ، دېمەك ، يەنە بىر ياش ئۇششاقنىڭ ئېيتىشىچە ، ئۇلار ھېلىقى قورقۇنچلۇق «ئاچقۇچ زەنجىرى» نى كۆرۈپ باقمىغان ، ئەمما شۇ كۈنى چۈشتىن كېيىن ھەممىسىلا ئۇچرىغان . پۈتۈن بەدەن ماغدۇرسىزلىق ھېس قىلىشقان . ھازىر ئۇلاردا ئاساسەن قىزىش ، كۆڭۈل ئېلىشىش ، قۇسۇش ، باش قېيىش ، ماغدۇرسىزلىق قاتارلىق ئالامەتلەر كۆرۈلۈۋېتىپتۇ .

رەسىم 12 .22

ئىچكى كېسەللىكلەر بۆلۈمىنىڭ مۇئاۋىن مۇدىر ۋىراچى خۇ دوختۇرنىڭ ئېيتىشىچە ، كېسەللىك ئەھۋالى يېنىك بولغان بۇ توققۇز نەپەر زىيان - زەخمەتكە ئۇچرىغۇچىنىڭ بەدىنى تەخمىنەن بىر ئايلاردىن كېيىن ئەسلىگە كېلىدىكەن . ئۇنىڭ تونۇشتۇرۇشىغا قارىغاندا ، ئەگەر ئارتۇق مىقداردىكى γ نۇرنىڭ رادىئاتسىيىسىگە ئۇچرىسا ، ئادەم بەدىنىدىكى ھۈجەيرىلەرنىڭ ئۆلۈ- شى ، خروموزومىلارنىڭ بۇزۇلۇشى قاتارلىقلار كېلىپ چىقىدىكەن .

كېيىن يەنە مۇخبىر بېيجىڭ شەھەرلىك كېسەللىكلەرنى كونترول قى- لىش مەركىزى رادىئوئاكتىپلىقتىن قوغدىنىش ، ساقلىنىش ساقلاش ئورنىنى تېلېفوندا زىيارەت قىلدى . تېلېفوننى ئالغان خىس ئەپەندى ئۇلار نەق مەيداندا بولغان كىشىلەرنىڭ رادىئاتسىيىگە ئۇچراش مىقدارىنى مۆلچەرلەپ ھېسابلاپ ، ئاندىن ماس ھالدىكى داۋالاش ۋاستىلىرى ۋە پىلانلىرىنى بېكىتىدىغانلىقىنى ئېيتتى . گېزىتىمىز بۇ ئىشقا ئۈزلۈكسىز كۆڭۈل بۆلىدۇ .

زىيانلىق رادىئوئاكتىپ نۇرلارنىڭ ئىنسانىيەت ۋە تەبىئەتكە بولغان بۇزغۇنچىلىقىدىن ساقلىنىش ئۈچۈن ، كىشىلەر ئۈنۈملۈك قوغدىنىش چارىلىرىنى قوللانماقتا . مەسىلەن ، يادرو ئېلېكتر ئىستانسىلىرىدا يادرو رېئاكتورىنىڭ سىرتقى قەۋىتىنى قېلىن سېمونتتىن ياساپ رادىئوئاكتىپ نۇرلارنىڭ سىرتقا چىقىپ كېتىشىدىن ساقلانماقتا ؛ ئىشلىتىپ بولغان يادرو ئەخلەتلىرىنى ئىنتايىن قېلىن مېتال ساندۇقلارغا سېلىپ چوڭقۇر دېڭىز ئاستىغا كۆمۈۋېتىۋاتىدۇ . تۇرمۇشتا ، رادىئوئاكتىپلىققا ئىگە بولۇش مۇمكىنچىلىكى بولغان ماددىلارغا نىسبەتەن قوغدىنىش ئىگى بولۇپ ، رادىئوئاكتىپ نۇر مەنبەسىدىن ئىلاج بار يىراقراق تۇرۇش كېرەك .

يادرو رېئاكسىيىسى ۋە يادرو ئېنېرگىيىسى

يادرو رېئاكسىيىسى يېمىرىلىش ئاتوم يادروسىنىڭ ئۆزلۈكىدىن ئۆزگىرىشى بولسا ، سۈنئىي ئۇسۇلدا ئاتوم يادروسىنىڭ ئۆزگىرىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىشقا بولامدۇ؟ 1919 - يىلى رېزېرفورد α زەررىچە بىلەن ئازوتنىڭ ئاتوم يادروسىنى بومباردىمان قىلغاندا ، ئوكسىگېننىڭ بىرخىل ئىزوتوپى ئوكسىگېن 17 بىلەن بىردانە پروتون ھاسىل بولۇپ ، ئاتوم يادروسىنىڭ سۈنئىي ئۆزگەرتىلىشى تۇنجى قېتىم ئەمەلگە ئاشۇرۇلغان . پروتون ئەڭ دەسلەپتە مۇشۇنداق بايقالغان .

يادرو فىزىكىسىدا ، ئاتوم يادروسىنىڭ باشقا زەررىچىلەرنىڭ سوقۇلۇشى نەتىجىسىدە يېڭى ئاتوم يادروسىنى ھاسىل قىلىش جەريانى **يادرو رېئاكسىيىسى** دەپ ئاتىلىدۇ . ئاتوم يادروسىنىڭ سۈنئىي ھالدا ئۆزگەرتىلىشى بىرخىل يادرو رېئاكسىيىسىدىن ئىبارەت . يۇقىرىدا بايان قىلىنغان يادرو رېئاكسىيىسىنى تۆۋەندىكى يادرو رېئاكسىيە تەڭلىمىسىدىن پايدىلىنىپ ئىپادىلەشكە بولىدۇ :

$$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H.$$

α زەررىچە بىلەن ئاتوم يادروسىنى بومباردىمان قىلغاندا ، پروتون چىقىرىشى ئاتايىن ، نېيترون چىقىرىشىمۇ مۇمكىن .

تەجرىبىدىن بايقالدىكى، α زەررىچە بىلەن بېرىلليي ئاتوم يادروسىنى بومباردىمان قىلغاندا، ئاتوم يادروسىنىڭ سۈنئىي ھالدا ئۆزگەرتىلىشى ئەمەلگە ئاشۇرۇلۇپ، يەنە نېيترون بايقالغان. بۇ يادرو رېئاكسىيىسىنى تۆۋەندىكى يادرو رېئاكسىيە تەڭلىمىسى ئارقىلىق ئىپادىلەشكە بولىدۇ:

α زەررىچە بولسا گېلىي يادروسى، پروتون بولسا ھىدروگېن يادروسى، بولغانلىقتىن، ئۇلارنى ئايرىم - ئايرىم ^4_2He ۋە ^1_1H بىلەن ئىپادىلەشكە بولىدۇ. پروتوننى يەنە بەلگە ^1_1P بىلەن ئىپادىلەشكە بولىدۇ. نېيترون بەلگە ^1_0n بىلەن ئىپادىلىنىدۇ.

$$^9_4Be+^4_2He\rightarrow^{12}_6C+^1_0n$$

يېمىرىلىش جەريانىغا ئوخشاش، **يادرو رېئاكسىيىسىدە ماسسا سانى بىلەن زەرەت سانلىرىنىڭ ھەممىسى ساقلىنىدۇ.**

ماسسا ئېنېرگىيە تەڭلىمىسى بىزگە مەلۇم، خىمىيىلىك رېئاكسىيىلەردە كۆپ ھاللاردا ئىسسىقلىق سۈمۈرۈلىدۇ ياكى ئىسسىقلىق قويۇپ بېرىلىدۇ، مۇشۇنىڭغا ئوخشاشلا، يادرو رېئاكسىيىسىدىمۇ ئېنېرگىيە ئۆزگىرىشى بىللە يۈز بېرىدۇ. مەسىلەن، بىردانە نېيترون بىلەن بىر دانە پروتون بىرىكىپ دېيتېرون (دېيتېرىي يادروسى) ھاسىل قىلغاندا، 2.2MeV ئېنېرگىيە چىقىرىدۇ، بۇ ئېنېرگىيە γ فوتون شەكلىدە رادىئاتسىيىلىنىپ چىقىرىلىدۇ. يادرو رېئاكسىيىسىدە چىقىرىلغان ئېنېرگىيە يادرو ئېنېرگىيىسى دەپ ئاتىلىدۇ. يادرو ئېنېرگىيىسى نەدىن كېلىدۇ؟

فىزىكا ئالىملىرى پروتون، نېيترون ۋە دېيتېرونلار ئارىسىدىكى مۇناسىۋەتنى تەتقىق قىلىش ئارقىلىق، دېيتېرون گەرچە بىر دانە نېيترون بىلەن بىردانە پروتوندىن تەشكىل تاپقان بولسىمۇ، ئەمما ئۇنىڭ ماسسىسى بىردانە نېيترون بىلەن بىردانە پروتوننىڭ ماسسىلىرىنىڭ يىغىندىسىغا تەڭ بولمايدىغانلىقىنى بايقىدى. ئېنىق ھېسابلاشلار، دېيتېروننىڭ ماسسىسىنىڭ نېيترون بىلەن پروتوننىڭ ماسسىسىنىڭ يىغىندىسىدىن كىچىكرەك بولىدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بەردى. بۇخىل ھادىسە ماسسىنىڭ خورىشى دەپ ئاتىلىدۇ.

ئېينىشتېيىننىڭ نىسپىيلىك نەزەرىيىسى شۇنى كۆرسەتتىكى، جىسىمنىڭ ئېنېرگىيىسى بىلەن ماسسىسى ئارىسىدا زىچ مۇناسىۋەت مەۋجۇت بولۇپ، ئۇلارنىڭ مۇناسىۋىتى مۇنداق بولىدۇ:

$$\boxed{E=mc^2}$$

مانا بۇ ئاتاقلىق بولغان ئېينىشتېين **ماسسا- ئېنېرگىيە تەڭلىمىسى**. بۇ تەڭلىمە بىزگە شۇنى ئېيتىپ بېرىدۇكى، جىسىم ئىگە بولغان ئېنېرگىيە بىلەن ئۇنىڭ ماسسىسى ئارىسىدا ئاددىي ئۇلۇغ تاناسىپلىق مۇناسىۋەت مەۋجۇت. جىسىمنىڭ ئېنېرگىيىسى چوڭايسا، ماسسىسىمۇ چوڭىيىدۇ، ئېنېرگىيىسى كىچىكلىسە، ماسسىسىمۇ كىچىكلەيدۇ.

نېيتروننىڭ ماسسىسى:

$m_n=1.6749\times10^{-27}kg$,

پروتوننىڭ ماسسىسى:

$m_p=1.6726\times10^{-27}kg$,

نېيترون بىلەن پروتوننىڭ ماسسىلىرىنىڭ يىغىندىسى:

$m_n+m_p=3.3475\times10^{-27}kg$,

دېيتېروننىڭ ماسسىسى:

$m_D=3.3436\times10^{-27}kg$,

ماسسىنىڭ خورىشى:

$\Delta m=0.0040\times10^{-27}kg$.

نۇكلېئونلار بىرىكىپ ئاتوم يادروسىنى ھاسىل قىلغاندا، ماسسىنىڭ خورىشى بارلىققا كېلىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن چىقارغان ئېنېرگىيىنىڭ چوڭلۇقى مۇنداق بولىدۇ:

$$\boxed{\Delta E=\Delta mc^2}$$

نېيترون بىلەن پروتون بىرىكىپ، دېيتېرون ھاسىل قىلغاندا، ماسسىنىڭ خورىشى $m=0.0040\times10^{-27}g$ بولىدۇ، ئېينىشتېيننىڭ ماسسا-ئېنېرگىيە تەڭلىمىسىگە ئاساسەن، چىقىرىلغان ئېنېرگىيە مۇنداق بولىدۇ:

$$\Delta E=\Delta mc^2$$
$$=\frac{0.0040\times10^{-27}\times(2.9979\times10^8)^2}{1.6022\times10^{-19}}eV$$
$$=2.2MeV.$$

بۇ مىسال ئارقىلىق شۇنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى، يادرو رېئاكسىيىسى چىقىرىلىدىغان ئېنېرگىيە

بىنايىن زور بولىدۇ . بىزگە مەلۇم ، 1mol كۆمۈر تولۇق كۆيگەندە چىقىرىدىغان ئېنېرگىيە 393.5kJ ، ھەربىر كۆمۈر ئاتومىنىڭ كۆيۈش جەريانىدا چىقىرىدىغان ئېنېرگىيىسى ئارانلا 4eV ، بۇنى يۇقىرىقى مىسالدىكى ھەربىر نۇكلېئون چىقىرىدىغان ئېنېرگىيە بىلەن سېلىشتۇرساق ، ئىككىسىنىڭ پەرقى نەچچە يۈزمىڭ ھەسسە بولىدۇ .

3 - مەشىق

(1) α زەررىچە بىلەن ئارگون 40 نىڭ يادروسىنى بومباردىمان قىلغاندا ، بىر نېيترون ۋە بىردانە يېڭى يادرو ھاسىل بولغان . بۇ يېڭى يادرو نېمىدىن ئىبارەت ؟ يادرو رېئاكسىيە تەڭلىمىسىنى يېزىپ چىقىڭ .

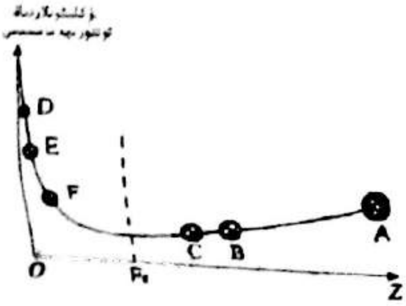
(2) ئاتوم فىزىكىسىدا دائىم ئالاھىدە بىر ماسسا بىرلىكى ، يەنى «ئاتوم ماسسىسىنىڭ بىرلىكى» ئىشلىتىلىدۇ ، ئۇنىڭ بەلگىسى u بولۇپ ، $1u=1.6606\times10^{-27}kg$. 1u نىڭ 931.5 MeV ئېنېرگىيىگە توغرا كېلىدىغانلىقىنى ئىسپاتلاپ كۆرۈڭ . $c=2.9979\times10^{8}m/s$ ، ئېلېمېنتار زەرەت $e=1.6022\times10^{-19}C$ بېرىلگەن .

(3) كاربون 12 نىڭ ئاتومىنىڭ ماسسىسى 12.000000u بولۇپ ، بۇنى 6 دانە ھىدروگېن ئاتومى (ھەربىر دانە ھىدروگېن ئاتومىنىڭ ماسسىسى 1.007825u) بىلەن 6 دانە نېيترون (ھەربىر دانە نېيترونىنىڭ ماسسىسى 1.008665u)دىن تۈزۈلگەن دەپ قاراشقا بولىدۇ . نۇكلېئونلار بىرىكىپ كاربون ئاتوم يادروسىنى ھاسىل قىلغاندا قويۇپ بېرىلگەن ئېنېرگىيىنى تېپىڭ . ھېسابلاشتا كاربون ئاتوم يادروسىنىڭ ماسسىسىنىڭ ئورنىغا كاربون ئاتومىنىڭ ماسسىسىنى ئىشلەتسە بولىدۇ ، چۈنكى ئېلېكترونىنىڭ ماسسىسى ئۆزئارا كېمەيتىش جەريانىدا يوقىتىۋېتىلىدۇ .

(4) $^{232}_{92}U$ (ئاتوم مىقدارى 232.0372) يېمىرىلىپ $^{228}_{90}Th$ (ئاتوم مىقدارى 228.0287)غا ئايلانغاندا ، αزەررىچە ($^{4}_{2}He$ نىڭ ئاتوم مىقدارى 4.0026)نى قويۇپ بېرىدۇ . يادرو رېئاكسىيە تەڭلىمىسىنى يېزىپ چىقىڭ ھەم يېمىرىلىش جەريانىدا قويۇپ بېرىلگەن ئېنېرگىيىنى ھېسابلاڭ .

§ 6 يادرو پارچىلىنىش

يادرو رېئاكسىيىلىرىنىڭ بەزىلىرىدە ئېنېرگىيە قويۇپ بېرىلىدۇ ، بەزىلىرىدە ئېنېرگىيە سۈمۈرۈلىدۇ . قانداق يادرو رېئاكسىيىلىرىدە ئېنېرگىيە قويۇپ بېرىلىدۇ ؟ فىزىكا ئالىملىرى شۇنى بايقىدىكى ، نۇكلېئونلار بىرىكىپ ئاتوم يادروسىنى ھاسىل قىلغاندىلا ماسسا خوراپ ، ئېنېرگىيە قويۇپ بېرىلىپ قالماستىن ، بەزى ئېغىر يادرولار پارچىلىنىپ ئوتتۇرا دەرىجىلىك ماسسىغا ئىگە يادرولارغا ئايلانغاندىمۇ ، بەزى يېنىك يادرولار بىرىكىپ ئوتتۇرا دەرىجىلىك ماسسىغا ئىگە يادروغا ئايلانغاندىمۇ ماسسا خوراش يۈز بېرىپ ، زور مىقداردا ئېنېرگىيە قويۇپ بېرىلىدۇ . بۇنىڭ سەۋەبى نېمە ؟



13.22 ـ رەسىم

زىل تەتقىقاتلار كۆرسىتىپ بەردىكى ، ئاتوم يادروسىنىڭ ماسسىسى گەرچە ئاتوم رەت نومۇرى Z نىڭ چوڭىيىشىغا ئەگىشىپ چوڭايسىمۇ ، ئەمما ئىككىسىنىڭ ئارىسىدا ئۇلۇغ تاناسىپلىق مۇناسىۋەت بولمايدۇ . كىشىلەر ، ئوخشاش بولمىغان ئاتوم يادرولىرىنىڭ نۇكلېئونلىرىنىڭ ئوتتۇرىچە ماسسىسى (ئاتوم يادروسى ماسسىسىنىڭ نۇكلېئونلار سانىغا بولغان بۆلۈنمىسى) بىلەن ئاتوم رەت نومۇرىنىڭ 13.22 ـ رەسىمدىكىدەك مۇناسىۋەتتە بولىدىغانلىقىنى بايقىدى .

رەسىمدىن شۇنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى ، تۆمۈرنىڭ ئاتوم يادروسىدىكى نۇكلېئونلارنىڭ ئوتتۇرىچە ماسسىسى ئەڭ كىچىك بولىدۇ . ئەگەر ئاتوم رەت نومۇرى چوڭراق بولغان ئېغىر يادرو A پارچىلىنىپ ئاتوم رەت نومۇرى كىچىكرەك بولغان يادرو

B بىلەن C غا ئايلانسا ياكى ئاتوم رەت نومۇرى بەك كىچىك بولغان يېنىك يادرو D ، E لار بىرىكىپ ئاتوم رەت نومۇرى چوڭراق بولغان F يادروغا ئايلانسا ، بۇلارنىڭ ھەممىسىدە ماسسا خوراپ ، زور مىقداردا يادرو ئېنېرگىيىسى قويۇپ بېرىلىدۇ . يادرو فىزىكىسىدا ئېغىر يادرونىڭ ماسسىسى كىچىكرەك بولغان يادرولارغا بۆلۈنۈپ ، يادرو ئېنېرگىيىسىنى چىقىرىش رېئاكسىيىسى پارچىلىنىش دەپ ئاتىلىدۇ ؛ يېنىك يادرولارنىڭ بىرىكىپ ماسسىسى چوڭراق يادرونى ھاسىل قىلىپ ، يادرو ئېنېرگىيىسىنى چىقىرىش رېئاكسىيىسى يىغىلىش (پولىمېرلىنىش)دەپ ئاتىلىدۇ .

بۇ پاراگرافتا پارچىلىنىشنى ، كېيىنكى بابتا يىغىلىشنى تونۇشتۇرۇپ ئۆتىمىز .

ئۇران يادروسىنىڭ پارچىلىنىشى 1938 - يىل 12- ئايدا ، گېرمانىيە فىزىكا ئالىمى خاھان ۋە ئۇنىڭ ياردەمچىسى ستراسمان نېيترون بىلەن ئۇران يادروسىنى بومباردىمان قىلغاندا ، ئۇران يادروسىنىڭ پارچىلانغانلىقىنى بايقىغان . ئۇران يادروسىنىڭ پارچىلىنىشىنىڭ مەھسۇلاتى كۆپ خىل بولۇپ ، بىرخىل تىپىك بولغان رېئاكسىيىدە يادرو پارچىلىنىش قىلىپ بارىي بىلەن كرىپتونغا ئايلىنىپ ، شۇنىڭ بىلەن بىرۋاقىتتا ئۈچ دانە نېيترون چىقارغان . يادرو رېئاكسىيە تەڭلىمىسى تۆۋەندىكىدەك :

$$^{235}_{92}U+^{1}_{0}n\rightarrow^{141}_{56}Ba+^{92}_{36}Kr+3\,^{1}_{0}n.$$

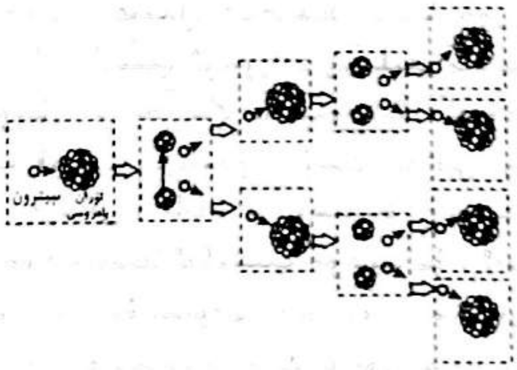
ئومۇمەن ئېيتقاندا ، ئۇران يادروسى پارچىلانغاندا ، ھامان 2~3 دانە نېيترون چىقىرىدۇ ، بۇ نېيترونلار يەنە باشقا ئۇران يادرولىرىنىڭ پارچىلىنىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ .

شۇنىڭ بىلەن ، پارچىلىنىش ئۈزلۈكسىز ئېلىپ بېرىلىپ ، بارغانسېرى كۆپ ئېنېرگىيە قويۇپ بېرىلىدۇ . مانا بۇ تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ئۆگىنىپ ئۆتكەن **زەنجىرسىمان رېئاكسىيە** (22 .14- رەسىم) .

1946 - يىلدىن 1948 - يىلغىچە مەملىكىتىمىزنىڭ فىزىكا ئالىمى چيەن سەنچياڭ ئەر- خوتۇنلار ۋە ئۇلارنىڭ ھەمكارلاشقۇچىلىرى تۇنجى بولۇپ تەجرىبىدىن ئۇران يادروسىنىڭ ئۈچ قىسىمغا بۆلۈنۈش ۋە تۆت قىسىمغا بۆلۈنۈش ھادىسىسىنى بايقىغان ھەم نەزەرىيە جەھەتتىن ئېنىق تەھلىللەرنى ئېلىپ بارغان.

ئاتوم بومبىسى زەنجىرسىمان رېئاكسىيىدىن پايدىلىنىپ ياسالغان بىرخىل چوڭ كۆلەمدىكى قىرغىنچىلىق قورالى.

پارچىلىنىش يۈز بەرگەندە ، زور مىقداردا ئېنېرگىيە قويۇپ بېرىلىدۇ . يۇقىرىدا سۆزلەنگەن پارچىلىنىشتا ، پارچىلىنىشتىن كېيىنكى ئومۇمىي ماسسا پارچىلىنىشتىن ئاۋۋالقى ئومۇمىي ماسسىدىن كىچىك ، ماسسا خورىشى $\triangle m=0.3578\times10^{-27}$kg بولۇپ ، قويۇپ بېرىلگەن ئېنېرگىيە $\triangle E=\triangle mc^2=201$MeV بولىدۇ . ئۇران يادروسىنىڭ پارچىلىنىشىدا كېلىپ چىققان مەھسۇلاتلار



22 .14- رەسىم . زەنجىرسىمان رېئاكسىيىنىڭ سخېمىسى

ئوخشاش بولمىسا ، قويۇپ بېرىدىغان ئېنېرگىيىسىمۇ ئوخشاش بولمايدۇ . ئومۇمەن ئېيتقاندا ، ئۇران يادروسى پارچىلانغاندا ئوتتۇرا ھېساب بىلەن ھەربىر دانە نوكلېئون تەخمىنەن 1MeV ئېنېرگىيە چىقىرىدۇ . ئەگەر 1kg ئۇران پۈتۈنلەي پارچىلانسا ، ئۇ چىقارغان ئېنېرگىيە 2000t ئەلا سۈپەتلىك كۆمۈر پۈتۈنلەي كۆيۈپ بولغۇچە چىقىرىدىغان ئېنېرگىيىگە تەڭ بولىدىغانلىقىنى مۆلچەرلەشكە بولىدۇ .

يادرو ئېلېكتر ئىستانسىسى يادرو ئېلېكتر ئىستانسىسى يادرو ئېنېرگىيىسىدىن پايدىلىنىپ توك

چىقىرىدۇ . ئۇنىڭ مەركىزىي قۇرۇلمىسى يادرو رېئاكتورى (يادرو قازىنى)دىن ئىبارەت . يادرو رېئاكتورىنىڭ تۈرى كۆپ خىل بولىدۇ . 15.22 - رەسىم ئاستا نېيترونلۇق رېئاكتورنىڭ سخېمىسى . يادرو رېئاكتورىدىكى يادرو رېئاكسىيىسى ئاساسلىقى ئۇران 235 ئاستا نېيترونلارنى سۈمۈرۈۋالغاندىن كېيىن يۈز بېرىدىغان پارچىلىنىشتىن ئىبارەت . تەبىئىي ئۇران تەركىبىدە 0.7% لا ئۇران 235 بولىدۇ . شۇنىڭ ئۈچۈن رېئاكتوردا قويۇقلاشتۇرۇلغان ئۇران (بۇنىڭدا ئۇران 235 بولسا 3% ~ 4% نى ئىگىلەيدۇ) دىن ياسالغان ئۇران تاياقچىلىرى يادرو يېقىلغۇسى قىلىنىدۇ .

پارچىلىنىشتىن ئاۋۋالقى ماسسىسى :

$m_U = 390.3139 \times 10^{-27}$ kg.

$m_n = 1.6749 \times 10^{-27}$ kg.

پارچىلىنىشتىن كېيىنكى ماسسىسى :

$m_{Ba} = 234.0016 \times 10^{-27}$ kg.

$m_{Kr} = 152.6047 \times 10^{-27}$ kg.

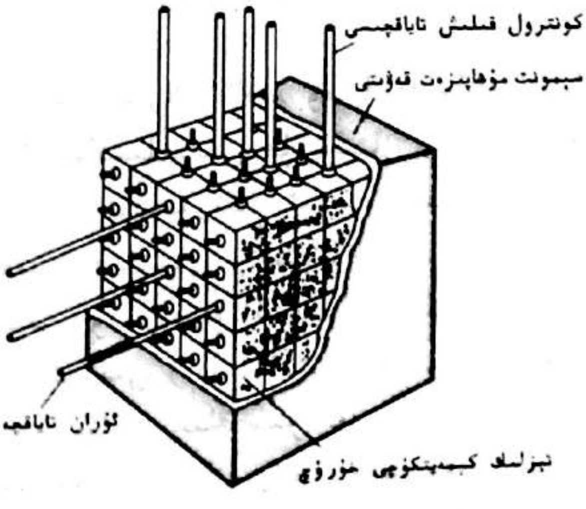
$3m_n = 5.0247 \times 10^{-27}$ kg.

خورىغان ماسسا :

$\Delta m = 0.3578 \times 10^{-27}$ kg

ئۇران 235 ئاستا نېيترونلارنى ئاسانلا تۇتۇۋالىدىغان ، ئەمما تېز نېيترونلارنى ئاسان تۇتۇۋالالمايدىغان خۇسۇسىيەتكە ئىگە . پارچىلىنىشتا ھاسىل بولغان نېيترونلارنىڭ تېزلىكى ناھايىتى چوڭ بولۇپ ، ئاسانلىقچە ئۇران 235 تەرىپىدىن تۇتۇۋېلىنىپ پارچىلىنىش كېلىپ چىقمايدۇ . شۇڭا ئىلاج قىلىپ ئۇلارنىڭ تېزلىكىنى تۆۋەنلىتىش كېرەك . بۇنىڭ ئۈچۈن ئۇران تاياقچىلىرىنىڭ ئەتراپىغا تېزلىك كېمەيتكۈچى خورۇچ قويۇش كېرەك . تېز نېيترونلار تېزلىك كېمەيتكۈچى خورۇچنىڭ ئاتوم يادرولىرىغا سوقۇلغاندىن كېيىن ئېنېرگىيىسى ئازىيىپ ، ئاستا نېيترونلارغا ئايلىنىدۇ . دائىم ئىشلىتىلىدىغان تېزلىك كېمەيتكۈچى خورۇچ قىلىپ ئىشلىتىلىدىغان ماددىلاردىن گرافىت ، ئېغىر سۇ ياكى ئادەتتىكى سۇ (بەزىدە يېنىك سۇ دەپ ئاتىلىدۇ)لار بار .

نېيترونلار سانىنى تەڭشەپ رېئاكسىيە تېزلىكىنى كونترول قىلىش ئۈچۈن ، يەنە ئۇران تاياقچىلىرى ئارىسىغا كونترول قىلىش تاياقچىلىرىنى سانجىش كېرەك . كونترول قىلىش تاياقچىلىرى كادمىيدىن ياسىلىدۇ . كادمىينىڭ نېيترونلارنى سۈمۈرۈۋېلىش ئىقتىدارى ناھايىتى كۈچلۈك بولۇپ ، رېئاكسىيە ھەددىدىن ئارتۇق شىددەتلىك بولغاندا ، كونترول قىلىش تاياقچىلىرىنى چوڭقۇرراق سانجىپ ، ئۇلارغا نېيترونلارنى كۆپرەك سۈمۈرتۈش ئارقىلىق زەنجىرسىمان رېئاكسىيىنىڭ تېزلىكىنى ئاستىراق قىلىشقا بولىدۇ . ئەكسىچە بولغاندا ، كونترول قىلىش تاياقچىلىرىنى سىرتقا ئازراق تارتىۋېلىش كېرەك . كومپيۇتېر ئارقىلىق كونترول قىلىش تاياقچىلىرىنىڭ كۆتۈرۈلۈش - چۈشۈشىنى ئاپتوماتىك كونترول قىلىپ ، رېئاكتورنى بەلگىلىك قۇۋۋەت بويىچە بىخەتەر ئىشلەيدىغان قىلىشقا بولىدۇ .

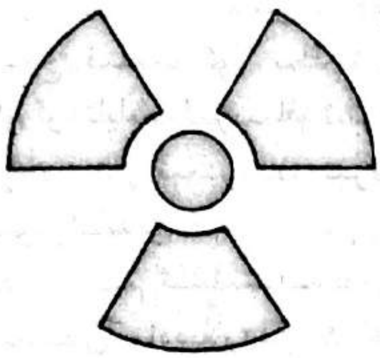


15.22 - رەسىم . رېئاكتورنىڭ سخېمىسى

يادرو يېقىلغۇسى پارچىلانغاندا چىقارغان ئېنېرگىيىنىڭ كۆپ قىسمى ئىسسىقلىققا ئايلىنىپ، رېئاكسىيە رايونىنىڭ (رېئاكتورنىڭ) تېمپېراتۇرىسىنى ئۆرلىتىدۇ. سۇ ياكى سۇيۇق ھالەتتىكى مېتال ناترىي قاتارلىق ئاقار جىسىملارنى رېئاكتورنىڭ ئىچى - سىرتىدا ئايلاندۇرۇپ، رېئاكتورنىڭ ئىچىدىكى ئىسسىقلىقنى ئۆزىتىپ چىقىرىپ، توك چىقىرىشقا ئىشلىتىشكە بولىدۇ. شۇنىڭ بىلەن بىرۋاقىتتا، رېئاكتورنى سوۋۇتۇپ، بىخەتەرلىككە كاپالەتلىك قىلىشقا بولىدۇ.

يادرو ئېلېكتر ئىستانسىسىنىڭ پرىنسىپى ھەققىدە،تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپ فىزىكىسىدىكى مۇناسىۋەتلىك مەزمۇنلارنى تەكرارلاپ ئۆتۈشنى تەۋسىيە قىلىمىز

يادرو رېئاكتورى چىقارغان ئىسسىقلىق سۇنى ھورغا ئايلاندۇرىدۇ، بۇ ھور توربىنىلىق گېنېراتورنى ئايلاندۇرۇپ توك چىقىرىدۇ. بۇ قىسمى ئوت كۆچى ئېلېكتر ئىستانسىسىنىڭكىگە ئاساسەن ئوخشاش.



22 .16- رەسىم. رادىئوئاكتىپ ماددىنىڭ خەلقئارا ئومۇملاشقان بەلگىسى

يادرو ئېلېكتر ئىستانسىسى ناھايىتى ئاز «يېقىلغۇ» سەرپ قىلىدۇ. 1 مىليون كىلوۋات دەرىجىلىك بىر يادرو ئېلېكتر ئىستانسىسى يىلىغا 30 توننا ئەتراپىدا قويۇقلاشتۇرۇلغان ئۇران سەرپ قىلىدۇ. بۇنىڭغا ئوخشاش قۇۋۋەتلىك ئوت كۆچى ئېلېكتر ئىستانسىسى يىلىغا 2 مىليون 500 مىڭ توننا ئەتراپىدا كۆمۈر سەرپ قىلىدۇ.

نۆۋەتتە يادرو ئېنېرگىيىسى ئارقىلىق توك چىقىرىش تېخنىكىسى پەپىشىپ يېتىلدى. ئىقتىسادىي ئۈنۈمى ئاساسەن ئوت كۆچى ئېلېكتر ئىستانسىسىنىڭكى بىلەن پەرقلەنمەيدۇ. يادرو يېقىلغۇسى بولغان ئۇران، توريي قاتارلىقلارنىڭ يەرشارىدىكى ئىشلىتىشكە بولىدىغان زاپىسىنىڭ تەمىنلىيەلەيدىغان ئېنېرگىيىسى كۆمۈر، نېفىت قاتارلىقلارنىڭ تەمىنلىيەلەيدىغان ئېنېرگىيىسىدىن 15 ھەسسە ئەتراپىدا كۆپ بولۇپ، مۇھىتنى بۇلغىشىمۇ ئوت كۆچى ئېلېكتر ئىستانسىلىرىغا قارىغاندا ئاز. 1997 - يىلىغا كەلگەندە، يادرو ئېنېرگىيىسىدىن چىقىرىلغان توك مىقدارى دۇنيادىكى ئومۇمىي توك چىقىرىش مىقدارىنىڭ 17% نى ئىگىلىدى. مەملىكىتىمىز يادرو ئېلېكتر ئىستانسىلىرىنى تەرەققىي قىلدۇرۇشنىڭ ئاساسىي شەرتلىرىنى ھازىرلىدى، مۇئەييەن يادرو بايلىقى زاپىسىغا ئىگە، شۇنداقلا كۆلىمى خېلى چوڭ بولغان يادرو تېخنىكىسى ئۇسكۈنىلىرى ۋە يادرو تېخنىكىسى قوشۇنىغا ئىگە. نۆۋەتتە جېجياڭ چىنشەن يادرو ئېلېكتر ئىستانسىسى ۋە گۇاڭدۇڭ داياۋەن يادرو ئېلېكتر ئىستانسىسى ئىشقا كىرىشتۈرۈلۈپ توك چىقارماقتا. بىرنەچچە يېڭى يادرو ئېلېكتر ئىستانسىسى قۇرۇلماقتا.

ئارتۇق مىقداردىكى رادىئوئاكتىپ نۇرلار ئادەم ۋە باشقا جانلىقلارغا زىيانلىق. شۇڭا يادرو ئېلېكتر ئىستانسىلىرىنى قۇرۇشتا، بىر مەسىلە —رادىئوئاكتىپ نۇر ۋە رادىئوئاكتىپ ماددىلارنىڭ ئېقىپ چىقىپ كېتىشىدىن ساقلىنىشقا ئالاھىدە دىققەت قىلىپ، رادىئوئاكتىپ نۇرلارنىڭ ئادەم بەدىنىنى زەخىملەندۈرۈشىدىن ۋە رادىئوئاكتىپ ماددىلارنىڭ سۇ مەنبەلىرى، ھاۋا ھەم ئېتىز سورۇنلىرىنى رادىئوئاكتىپلىق بۇلغىشىدىن ساقلىنىش كېرەك. بۇنىڭ ئۈچۈن، رېئاكتورنىڭ سىرتىغا ناھايىتى قېلىن سېمونت قەۋەتى ياساپ، پارچىلىنىشتىن ھاسىل بولغان مەھسۇلاتلار چىقارغان ھەرخىل نۇرلارنى دالدىلاش كېرەك. يادرو رېئاكتورىدىكى يادرو ئەخلەتلەر ناھايىتى كۈچلۈك رادىئوئاكتىپلىققا ئىگە بولۇپ، بۇلارنى ئالاھىدە ئىشلەنگەن قاچىغا قاچىلاپ يەرگە چوڭقۇر كۆمۈۋېتىش كېرەك.

بەزى پارچىلىنىشتىن ھاسىل بولغان مەھسۇلاتلارنىڭ يېرىم يىمىرىلىش دەۋرى نەچچە مىڭ يىلغا يېتىدۇ، يەنى ئۇلارنىڭ رادىئوئاكتىپلىقى 10 مىڭ يىللار يوقالمايدۇ. نۆۋەتتە دۇنيادا يادرو ئېلېكتر ئىستانسىلىرى بارغانسېرى كۆپەيمەكتە، شۇڭا يادرو ئەخلەتلىرىنى بىرتەرەپ قىلىش يەنىلا ھەل قىلىشقا تېگىشلىك مەسىلە بولۇپ تۇرماقتا.

كۆپەيتكۈچى رېئاكتور

تېخىچە تونۇشتۇرۇلغان ئاستا نېيترونلۇق رېئاكتور ئەمەلىي قوللىنىلىدىغان بىرىنچى ئەۋلاد يادرو رېئاكتورى بولۇپ، رېئاكسىيىدە تەبىئىي ئۇراننىڭ %0.7 نىلا ئىگىلەيدىغان ئۇران 235 ئاساسلىق پارچىلىنىش يېقىلغۇسى قىلىنىدۇ. تەبىئىي ئۇراننىڭ تەخمىنەن %99.3 نى ئىگىلەيدىغان ئۇران 238 نىڭ كۆپ قىسمى ئىسراپ بولۇپ كېتىدۇ.

بۇ مەسىلىنى ھەل قىلىپ، چەكلىك بولغان ئۇران بايلىقىدىن مۇۋاپىق پايدىلىنىش ئۈچۈن، ئالىملار ئۇزۇلۇكسىز تەتقىقات ئېلىپ بېرىپ، كۆپەيتكۈچى رېئاكتورنىڭ مۇمكىنچىلىكى ھەققىدە تەجرىبىلەر ئېلىپ باردى. ھازىرقى تېز نېيترونلۇق كۆپەيتكۈچى رېئاكتور ھەققىدىكى تەتقىقات نىسبەتەن پىشىپ يېتىلىپ، ئاساسىي تەتقىقات، تەجرىبە رېئاكتورى ۋە نەمۇنە ئېلېكتر ئىستانسىسى تەتقىقات باسقۇچىدىن سودىدا ئىشلىتىش ئۈچۈن ئىسپاتلاش باسقۇچىغا كىردى. بۇنىڭ مۇشۇ ئەسىرنىڭ باشلىرىدىلا ئەمەلىي سودا ئۈچۈن قوللىنىش باسقۇچىغا كىرىشى مۆلچەرلەنمەكتە.

تېز نېيترونلۇق رېئاكتور ھازىرقى يادرو پارچىلىنىشتىن پايدىلىنىشتىكى ئىككىنچى ئەۋلاد يادرو ئېلېكتر ھاسىل قىلىش ئاساسلىق رېئاكتور تىپى ھېسابلىنىدۇ. بۇخىل رېئاكتورنىڭ ئەڭ چوڭ ئالاھىدىلىكى يادرو يېقىلغۇسىنى كۆپەيتىشتىن ئىبارەت بولۇپ، بۇنىڭدا ئۇراندىن باشقا مېتال تورىي يېقىلغۇنى ۋە باشقا رېئاكتورلاردا ئىشلىتىپ بولغان كېرەكسىز يېقىلغۇلارنى ئىشلىتىشكە بولىدۇ.

رېئاكسىيىدە پارچىلىنىشتىن ھاسىل بولغان تېز نېيترونلار زەنجىرسىمان رېئاكسىيىنى داۋاملاشتۇرۇشتىن سىرت، يەنە ئۇلارنىڭ بىرقىسمى ئۇران 238 تەرىپىدىن سۈمۈرۈۋېلىنىدۇ. ئۇران 238 تېز نېيترونلارنى سۈمۈرۈۋالغاندىن كېيىن ئۇران 239 غا ئايلىنىدۇ. ئۇران 239 تۇراقسىز بولۇپ، ئىككى قېتىملىق β يېمىرىلىشتىن كېيىن پلۇتونىي 239 غا ئايلىنىدۇ. پلۇتونىي 239 مۇ پارچىلىنىش قىلىدىغان بىرخىل يادرو يېقىلغۇسىدۇر. بۇخىل رېئاكتوردا پلۇتونىي 239 نىڭ ھاسىل بولۇش تېزلىكى ئۇران 235 نىڭ سەرپ بولۇش تېزلىكىدىن كۆپ چوڭ بولىدۇ، نەتىجىدە يادرو يېقىلغۇسى كۆيگەنسىرى شۇنچە كۆپىيىپ، تەبىئىي ئۇران بايلىقىدىن پايدىلىنىش ئۈنۈمى ئاستا نېيترونلۇق رېئاكتوردىكى %1 ~ %2 تىن %60 ~ %70 كە كۆتۈرۈلىدۇ. بۇ تەبىئىي ئۇران بايلىقىنىڭ 60~70 ھەسسە ئاشقانلىقىغا باراۋەر بولىدۇ.

ئۇنىڭدىن باشقا، بۇخىل رېئاكتوردا يەنە مېتال تورىينى قوشۇشقا بولىدۇ. تورىي 232 نېيتروننى تۇتۇۋالغاندىن كېيىن تورىي 233 كە ئايلىنىدۇ. تورىي 233 مۇقىم بولماي، ئىككى قېتىملىق β يېمىرىلىش ئارقىلىق ئۇران 233 كە ئايلىنىدۇ. ئۇران 233 مۇ پارچىلىنىش ھاسىل قىلالايدىغان بىرخىل يادرو يېقىلغۇسى ھېسابلىنىدۇ. شۇنداق قىلىپ، ئىنسانىيەت زاپىسى مول بولغان تەبىئىي تورىي رۇدىسىدىن كۆپ مىقداردىكى يادرو يېقىلغۇسىغا ئېرىشەلەيدۇ.

تېز نېيترونلۇق كۆپەيتكۈچى رېئاكتوردىن باشقا، يەنە «يېغىلىش - پارچىلىنىش ئارىلاشما تىپىدىكى رېئاكتور» بار بولۇپ، بۇنىڭدىمۇ يادرو يېقىلغۇسىنى كۆپەيتىشنى ئەمەلگە ئاشۇرغىلى بولىدۇ. بۇخىل ئارىلاشما تىپىدىكى رېئاكتور تەجرىبە باسقۇچىدا تۇرماقتا.

مەملىكىتىمىز ئۇران كەمچىل دۆلەت. شۇڭا كۆپەيتكۈچى رېئاكتور ھەققىدىكى تەتقىقاتلارنى تېزلىتىپ، يادرو بايلىقىدىن تولۇق پايدىلىنىش ئىنتايىن مۇھىم بولۇپ قالدى.

ھۆكۈمىتىمىز مەملىكىتىمىزنىڭ ئەمەلىي ئەھۋالىغا ئاساسەن تېز نېيترونلۇق كۆپەيتكۈچى رېئاكتورنى مەملىكىتىمىزدىكى بىرىنچى ئەۋلاد يادرو رېئاكتورىدىن كېيىنكى ئىككىنچى ئەۋلاد يادرو ئېلېكتر ئاساسى رېئاكتور تىپى قىلدى. 1998 - يىل 9 - ئاينىڭ 28 - كۈنى بېيجىڭ فاڭشەندە 20 - ئەسىردە قۇۋۋىتى 65 مىڭ كىلوۋات بولغان تېز نېيترونلۇق تەجرىبە ئاتوم قازىنى قۇرۇش ھەم مۇشۇ تېخنىكا ئاساسىدا 21 - ئەسىرنىڭ باشلىرىدا مەملىكىتىمىزنىڭ تۇنجى سودا ئۈچۈن ئىشلىتىلىدىغان تېز نېيترونلۇق رېئاكتورلۇق يادرو ئېلېكتر ئىستانسىسىنى قۇرۇپ چىقىش پىلانى يولغا قويۇلۇشقا باشلىدى.

§7 يېنىك يادرولارنىڭ يىغىلىشى

يىغىلىش ئوخشاش ماسسىلىق يادرو يېقىلغۇنى سەرپ قىلغاندا، يىغىلىش يۈز بەرگەندە پارچىلىنىش يۈز بەرگەندىكىگە قارىغاندا تېخىمۇ كۆپ ئېنېرگىيە قويۇپ بېرىلىدۇ. مەسىلەن، بىر دانە دېيتېرون بىلەن بىر دانە ترىتون (ترىتىي يادروسى) بىرىكىپ بىر دانە گېلىي يادروسىنى ھاسىل قىلغان (شۇنىڭ بىلەن بىرۋاقىتتا بىر دانە نېيترون قويۇپ بەرگەن) چاغدا، 17.6MeV ئېنېرگىيە چىقىرىدۇ. ئوتتۇرا ھېساب بىلەن ھەربىر دانە نۇكلېئوننىڭ چىقىرىدىغان ئېنېرگىيىسى 3MeV دىن يۇقىرى بولىدۇ. بۇ، پارچىلىنىش رېئاكسىيىسىدىكى ئوتتۇرا ھېساب بىلەن ھەربىر دانە نۇكلېئوننىڭ چىقىرىدىغان ئېنېرگىيىسىدىن 3~4 ھەسسە چوڭ. بۇ چاغدىكى يادور رېئاكسىيە تەڭلىمىسى مۇنداق بولىدۇ:

$$^{2}_{1}H+^{3}_{1}H\rightarrow^{4}_{2}He+^{1}_{0}n.$$

يېنىك يادرولارنىڭ يىغىلىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىش ئۈچۈن، ئۇلارنىڭ ئارىلىقىنى ئىنتايىن يېقىنلاشتۇرۇش، ئۇلارنى $10^{-15}m$ يېقىن ئارىلىققا كەلتۈرۈش كېرەك. ئاتوم يادرولىرىنىڭ ھەممىسى مۇسبەت زەرەتلىك بولغانلىقتىن، ئۇلارنى بۇنچىلىك دەرىجىدە يېقىنلاشتۇرۇش ئۈچۈن، ناھايىتى چوڭ كۇلون تېپىشىش كۈچىنى يېڭىش كېرەك. بۇنىڭ ئۈچۈن ئاتوم يادروسىنى ئىنتايىن چوڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىگە ئىگە قىلىش كېرەك. قانداق ئۇسۇلدىن پايدىلىنىپ كۆپ مىقداردىكى ئاتوم يادرولىرىنى يېتەرلىك ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىگە ئىگە قىلىش ئارقىلىق يىغىلىشنى كەلتۈرۈپ چىقارغىلى بولىدۇ؟ بۇنىڭدا بىرخىل ئۇسۇل بار، ئۇ بولسىمۇ ئۇلارنى قىزىتىپ يۇقىرى تېمپېراتۇرىغا يەتكۈزۈشتىن ئىبارەت. ماددا نەچچە مىليون سېلسىي گرادۇستىن يۇقىرى تېمپېراتۇرىغا كۆتۈرۈلگەن چاغدا، جىددىي ئىسسىقلىق ھەرىكىتى تۈپەيلىدىن بىر قىسىم ئاتوم يادروسى يېتەرلىك ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىگە ئىگە بولۇپ، ئۆزئارا بولىدىغان كۇلون تېپىشىش كۈچىنى يېڭىپ، سوقۇلغاندا يىغىلىش ھاسىل بولىدۇ. شۇڭا يىغىلىش رېئاكسىيىسى يەنە ئىسسىق يارو رېئاكسىيىسى دەپ ئاتىلىدۇ. ئىسسىق يادرو رېئاكسىيىسى يۈز بەرسىلا ئۇنىڭغا سىرتتىن ئېنېرگىيە بېرىش ھاجەتسىز، ئۆزىدىن ھاسىل بولغان ئىسسىقلىق ئارقىلىق رېئاكسىيە داۋاملىشىۋېرىدۇ.

ئىسسىق يادرو رېئاكسىيىسى ئالەمدە ئومۇمىيۈزلۈك بولىدۇ. قۇياش ۋە نۇرغۇن يۇلتۇزلارنىڭ ئىچكى قىسىملىرىنىڭ تېمپېراتۇرىسى $10^{7}K$ دىن يۇقىرى بولىدۇ، شۇڭا ئۇ يەرلەردە ئىسسىق يادرو رېئاكسىيىسى شىددەتلىك ئېلىپ بېرىلىدۇ. قۇياشنىڭ ھەر سېكۇنتتا رادىئاتسىيىلەپ چىقىرىدىغان ئېنېرگىيىسى تەخمىنەن $3.8\times10^{26}J$ بولۇپ، بۇنى ئىسسىق يادرو رېئاكسىيىسى ھاسىل قىلىدۇ. بۇنىڭدىن يەرشارى پەقەت 2 مىلياردتىن بىرىنىلا قوبۇل قىلىدۇ، بۇنىڭ بىلەن يەر يۈزى ئىللىق بولۇپ، ھەرخىل جانلىقلار ئۆسىدۇ. ئەمما نۆۋەتتە ھىدروگېن بومبىسىدىن باشقا، كىشىلەر ھازىرچە يىغىلىش رېئاكسىيىسىنى كونترول قىلىپ، يىغىلىشتا چىقىرىلغان يادرو ئېنېرگىيىسىدىن تىنچلىقتا پايدىلىنىشنى ئەمەلگە ئاشۇرالمايۋاتىدۇ.

ھىدروگېن بومبىسى ئىسسىق يادرو رېئاكسىيىسىدىن پايدىلىنىش ئاساسىدا ياساپ چىقىرىلغان بىرخىل كەڭ كۆلەملىك قىرغۇچى قورال.

كونترول قىلىشقا بولىدىغان ئىسسىق يادرو رېئاكسىيىسى پارچىلىنىش رېئاكسىيىسىگە قارىغاندا، ئىسسىق يادرو رېئاكسىيىسى نۇرغۇن ئەۋزەللىكلەرگە ئىگە. ئالدى بىلەن ئوخشاش ماسسىلىق يادرو يېقىلغۇلارغا نىسبەتەن ئېيتقاندا، ئىسسىق يادرو رېئاكسىيىسىدە چىقىرىلغان ئېنېرگىيە پارچىلىنىش رېئاكسىيىسىدە چىقىرىلىدىغان ئېنېرگىيىدىن كۆپ چوڭ بولىدۇ. ئۇنىڭدىن قالسا، پارچىلىنىشتا ھاسىل بولىدىغان رادىئوئاكتىپ ماددىلارنى بىرتەرەپ قىلىش بىرقەدەر تەس. ئىسسىق يادرو رېئاكسىيىسىنىڭ بۇ جەھەتتىكى مەسىلىلىرىنى بىرتەرەپ قىلىش كۆپ ئاددىي. يەنە ئىسسىق يادرو رېئاكسىيىسى ئۈچۈن ئىشلىتىلىدىغان يېقىلغۇ- دېيتېرىينىڭ يەر شارىدىكى زاپىسى ئىنتايىن مول. 1L دېڭىز سۈيىدە تەخمىنەن

دېيېتېرىي بار ، ئەگەر بۇ ئارقىلىق ئىسسىق يادرو رېئاكسىيىسى ئېلىپ بېرىلسا ، ئۇ چىقارغان ئېنېرگىيە تەخمىنەن 300L بېنزىن كۆيگەندە چىقىرىدىغان ئېنېرگىيىگە باراۋەر بولىدۇ . شۇنىڭ ئۈچۈن ، دېڭىز سۈيىدىكى دېيېتېرىي ئىنسانىيەتنىڭ مول ئېنېرگىيە مەنبەسى ھېسابلىنىدۇ . $0.03g$

دۇنيادىكى نۇرغۇن مەملىكەتلەردە كونترول قىلىشقا بولىدىغان ئىسسىق يادرو رېئاكسىيىسى نەزەرىيەسى ۋە تېخنىكىسى پائال تەتقىق قىلىنماقتا . مەملىكىتىمىز ئۆزى تەتقىق قىلىپ ياساپ چىققان كونترول قىلىشقا بولىدىغان ئىسسىق يادرو رېئاكسىيە تەجرىبە قۇرۇلمىسى «جۇڭگو سىركۇلياتور 1 » 1984 - يىل 9 - ئايدا ئوڭۇشلۇق ھەرىكەتلەندۈرۈلدى . خەلقئارا ئىلغار سەۋىيىگە ئىگە كونترول قىلىشقا بولىدىغان ئىسسىق يادرو رېئاكسىيە تەجرىبە قۇرۇلمىسى «HT—7 سۇپېر ئۆتكۈزگۈچان توقماق»نى 1994 - يىلى قۇراشتۇرۇش ۋە تەكشۈرۈش مۇۋەپپەقىيەتلىك بولدى . بۇ مۇۋەپپەقىيەتلەر مەملىكىتىمىزنىڭ كونترول قىلىشقا بولىدىغان ئىسسىق يادرو رېئاكسىيىسىنى تەتقىق قىلىشتا مۇئەييەن ئەمەلىي كۈچكە ئىگە ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ . مەملىكىتىمىز ئىنسانىيەتنىڭ يېڭى ئېنېرگىيە مەنبەسىنى ئىزدەش ئىشلىرى ئۈچۈن ئۆزىنىڭ تۆھپىسىنى قوشقۇسى .

4 - مەشىق

(1) بىردانە ئۇران 235 ئاتوم يادروسى تولۇق پارچىلىنىش قىلغاندا تەخمىنەن 200MeV ئېنېرگىيە چىقىرىدۇ . ئەمدى 1kg ئۇران تولۇق پارچىلىنىش قىلغاندا قانچىلىك ئېنېرگىيە چىقىرىدىغانلىقىنى ھېسابلاپ كۆرۈڭ . بۇ ، قانچىلىك كۆمۈر كۆيگەندە چىقىرىدىغان ئېنېرگىيىگە توغرا كېلىدۇ ؟ (كۆمۈرنىڭ كۆيۈش قىممىتى $2.9\times10^7 J/kg$)

(2) يادرو ئېلېكتر ئىستانسىسى ئوت كۈچى ئېلېكتر ئىستانسىسىغا قارىغاندا قانداق ئەۋزەللىكلەرگە ئىگە ؟

(3) بەزى تۇرغۇن يۇلتۇزلار ئىچىدە ، 3 دانە α زەررىچە بىرىكىپ بىردانە $^{12}_{6}C$ يادروسىنى ھاسىل قىلىدۇ . $^{12}_{6}C$ نىڭ ماسسىسى 12.0000u ، $^{4}_{2}He$ نىڭ ماسسىسى 4.0026u بولسا ، بۇ رېئاكسىيىدە قانچىلىك ئېنېرگىيە قويۇپ بېرىلىدۇ ؟

ئوقۇش ماتېرىيالى

زەررىچە فىزىكىسىنى قىسقىچە تونۇشتۇرۇش

كىشىلەر تاكى 19- ئەسىرنىڭ ئاخىرلىرىغا كەلگىچە ئاتومنى ماددىنى تۈزىدىغان قايتا بۆلۈنمەيدىغان ئەڭ كىچىك زەررىچە، دەپ تونۇپ كەلگەن. كېيىن ئېلېكترون، پروتون ۋە نېيترونلار بايقالدى ھەمدە ئاتوم يادروسى بىلەن ئېلېكترون ئاتومنى تۈزىدىغانلىقى، پروتون بىلەن نېيترون ئاتوم يادروسىنى تۈزىدىغانلىقى مەلۇم بولدى. شۇ چاغلاردا نۇرغۇن كىشىلەر ئېلېكترون، پروتون ۋە نېيترونلار ماددىنى تۈزگۈچى ئەڭ ئاساسىي (ئېلېمېنتار)زەررىچىلەر دەپ قاراپ، ئۇلارنى «ئاساسىي زەررىچىلەر» دەپ ئاتىغان ئىدى.

پەن - تېخنىكىنىڭ تەرەققىي قىلىشىغا ئەگىشىپ، 20- ئەسىرنىڭ 30- يىللىرىدىن بۇيان، كىشىلەر ئالەم نۇرلىرىغا قارىتا ئېلىپ بارغان تەتقىقاتلىرىدىن ئارقا- ئارقىدىن يېڭى زەررىچىلەرنى بايقىدى. ئالەم نۇرلىرى ئالەم بوشلۇقىدىن كەلگەن يۇقىرى ئېنېرگىيىلىك زەررىچىلەردىن ئىبارەت بولۇپ، ئۇلار يۇقىرى قاتلام ئاتموسفېرادىكى زەررىچىلەر بىلەن تەسىرلىشىپ تېخىمۇ كۆپ يېڭى زەررىچىلەرنى ھاسىل قىلىدۇ. 1932- يىلى مۇسبەت ئېلېكترون (پوزىترون) بايقالدى. 1937- يىلى ميۇئون (μ مېزون)بايقالدى. 1947- يىلى K مېزون بىلەن π مېزون بايقالدى، بۇلارنىڭ ماسسىلىرى پروتون بىلەن ئېلېكتروننىڭ ئارىسىدا بولىدۇ. شۇڭا مېزون (ئارا زەررىچە) دەپ ئاتىلىدۇ. كېيىن يەنە ماسسىسى پروتوننىڭ ماسسىسىدىن

نيۇتون مېخانىكىسى ماكرو جىسىملارنىڭ تۆۋەن تېزلىكتىكى (يورۇقلۇق تېزلىكىگە قارىغاندا) ھەرىكىتى دائىرىسىدە قولغاندا خولاسىلەپ چىقىرىلغان. ئالدىنقى بىر بابتا مىكرو زەررىچىلەرگە نىسبەتەن نيۇتون مېخانىكىسىنىڭ مۇۋاپىق كەلمەيدىغانلىقىنى كۆرۈپ ئۆتتۇق. بۇ بابتا يۇقىرى تېزلىكتىكى ھەرىكەتكە نىسبەتەن ئېيتقاندا، ماكرو جىسىم بولغان تەقدىردىمۇ نيۇتون مېخانىكىسى مۇۋاپىق كەلمەيدىغانلىقىنى كۆرىمىز.

19 - ئەسىرنىڭ كېيىنكى يېرىمىدا، ئېلېكتر ماگنىت مەيدانىغا بولغان تەتقىقاتلار ئۈزلۈكسىز چوڭقۇرلىشىپ، كىشىلەر يورۇقلۇقنىڭ ئېلېكتر ماگنىتلىق ماھىيىتىنى تونۇپ يەتتى. بىزگە مەلۇم، ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنى ئىنتايىن چوڭ تېزلىكتە تارقىلىدۇ، شۇڭا ئېلېكتر ماگنىت مەيدان تەتقىقاتىدا بەزى زىددىيەتلەر كېلىپ چىقىپ، بۇ زىددىيەتلەر نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنىڭ كېلىپ چىقىشىغا سەۋەب بولدى.

نىسپىيلىك نەزەرىيىسى جىسىملار يۇقىرى تېزلىكتە ھەرىكەت قىلغاندا بويسۇنىدىغان قانۇنىيەتلەرنى بېرىپلا قالماستىن، يەنە بىزنىڭ ۋاقىت ۋە بوشلۇققا بولغان تونۇشىمىزنى ئۆزگەرتتى. ئۇنىڭ تىكلىنىشى فىزىكا ۋە پەلسەپە تەرەققىيات تارىخىدىكى بىر مۇھىم مۇساپە بەلگىسىنى تۇرغۇزدى.

1.8 تار مەنىدىكى (خۇسۇسىي) نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنىڭ ئاساسىي پەرىزى

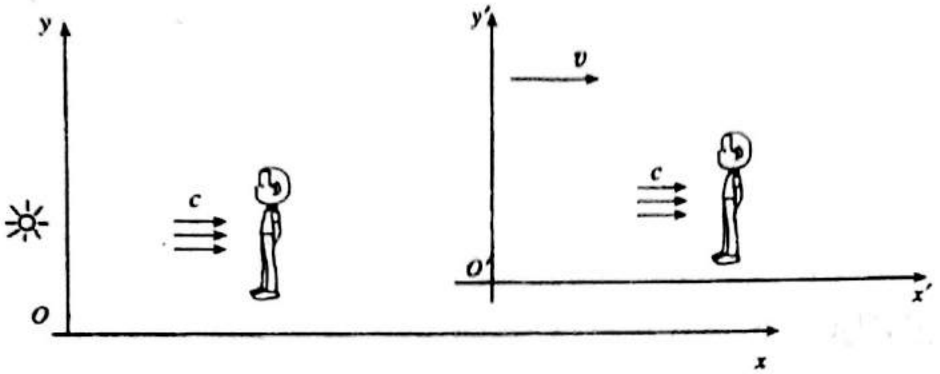
كلاسسىك نىسپىيلىك پرىنسىپى بىز 1 - قىسىم 71 - بەتتىكى 8 - پاراگراف «ئىنېرتسىيىلىك سىستېما ۋە غەيرىي ئىنېرتسىيىلىك سىستېما»دا ، ئەگەر نيۇتوننىڭ ھەرىكەت قانۇنلىرى مەلۇم بىر پايدىلىنىش سىستېمىسىدا ئورۇنلۇق بولسا ، بۇ پايدىلىنىش سىستېمىسى ئىنېرتسىيىلىك سىستېما دەپ ئاتىلىدۇ . بىر ئىنېرتسىيىلىك سىستېمىغا نىسبەتەن تۈز سىزىقلىق تەكشى ھەرىكەت قىلغان يەنە بىر پايدىلىنىش سىستېمىسىمۇ ئىنېرتسىيىلىك سىستېما بولىدۇ دەپ ئۆگەنگەنىدۇق .

بۇ بىر بۆلەك ئوقۇش ماتېرىيالىدا گالىلېينىڭ بىر ئابزاس سۆزى نەقىل كەلتۈرۈلۈپ ، تەكشى يۈرۈۋاتقان بىر چوڭ كېمىدە يۈز بەرگەن ھادىسىلەر جانلىق بايان قىلىنغان . بۇ بىر ئابزاس بايان ۋە كۈندىلىك تەجرىبىلەردىن كىشىلەر ناھايىتى ئوڭايلا مۇنداق بىر شەرھلەشكە ئىشىنىدۇ : مېخانىكا قانۇنىيەتلىرى ھەرقانداق ئىنېرتسىيىلىك سىستېمىدا ئوخشاش بولىدۇ . بۇ شەرھلەش گالىلېينىڭ نىسپىيلىك پرىنسىپى دەپ ئاتىلىدۇ . نىسپىيلىك پرىنسىپىنى باشقا خىل شەرھلەشكىمۇ بولىدۇ . مەسىلەن ، مۇنداق شەرھلەشكە بولىدۇ : بىرئىنېرتسىيىلىك پايدىلىنىش سىستېمىسىدا ئېلىپ بېرىلغان ھەرقانداق بىر مېخانىكا تەجرىبىسىنىڭ يەنە بىر ئىنېرتسىيىلىك پايدىلىنىش سىستېمىسىغا نىسبەتەن تۈز سىزىقلىق تەكشى ھەرىكەت قىلغان ياكى قىلمايۋاتقانلىقىغا ھۆكۈم قىلغىلى بولمايدۇ ، باشقىچە ئېيتقاندا ھەرقانداق ئىنېرتسىيىلىك سىستېما تەڭ ھوقۇقلۇق بولىدۇ .

ئوخشاش بولمىغان پايدىلىنىش سىستېمىلىرىدا تۇرۇپ كۆزەتكەندە، جىسىمنىڭ ھەرىكەت ئەھۋالى ئوخشاش بولماسلىقى مۇمكىن. مەسىلەن، بىر پايدىلىنىش سىستېمىسىدا تىنچ تۇرغان جىسىم يەنە بىر پايدىلىنىش سىستېمىسىدىن قارىغاندا ھەرىكەت قىلىۋاتقان بولۇشى مۇمكىن. ئوخشاش بولمىغان سىستېمىلاردا ئۇنىڭ تېزلىكى ۋە يۆنىلىشىمۇ ئوخشاش بولماسلىقى مۇمكىن. ئەمما ئۇلار ئوخشاش بولمىغان ئىنېرتسىيە سىستېمىلىرىدا بويسۇنىدىغان مېخانىكا قانۇنىيەتلىرى ئوخشاش بولىدۇ. مەسىلەن، ئوخشاش بولغان نيۇتون ھەرىكەت قانۇنلىرىغا، ئوخشاش بىر ھەرىكەتلەرنى قوشۇش قائىدىسىگە بويسۇنىدۇ...

يورۇقلۇق تېزلىكى كەلتۈرۈپ چىقارغان قىيىنچىلىق

ماكسۋېل يورۇقلۇقنىڭ ئېلېكتر ماگنىتلىق ماھىيىتىنى ۋە ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىنىڭ تېزلىكىنى ئالدىن مۆلچەرلىگەندىن كېيىن، فىزىكا ئالىملىرى بۇ تېزلىكنىڭ قايسى پايدىلىنىش سىستېمىسىغا نىسبەتەن ئېيتىلغانلىقى ھەققىدە مۇلاھىزە قىلىشتى. ئەگەر ئالاھىدە بىر پايدىلىنىش سىستېمىسى O مەۋجۇت بولسا، يورۇقلۇقنىڭ بۇ پايدىلىنىش سىستېمىسىغا نىسبەتەن تېزلىكى c بولىدۇ، يەنە بىر پايدىلىنىش سىستېمىسى O' تېزلىك v بويىچە يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىنى بويلاپ پايدىلىنىش سىستېمىسى O غا نىسبەتەن ھەرىكەت قىلسا. ئۇ ھالدا O' دا كۆزەتكەن يورۇقلۇق تېزلىكى $c-v$ بولۇشى كېرەك. ئەگەر پايدىلىنىش سىستېمىسى O' يورۇقلۇقنىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىگە قارشى ھەرىكەت قىلسا، پايدىلىنىش سىستېمىسى O' دا كۆزەتكەن يورۇقلۇق تېزلىكى $c+v$ بولۇشى كېرەك (1.23 ـ رەسىم).



1.23 ـ رەسىم. پايدىلىنىش سىستېمىسى O' تېزلىك v بويىچە پايدىلىنىش سىستېمىسى O غا نىسبەتەن ھەرىكەت قىلىپ، يورۇقلۇقنىڭ O سىستېمىغا نىسبەتەن تېزلىكى c بولسا، O' سىستېمىغا نىسبەتەن تېزلىكى قانچە بولىدۇ؟

ئادەتتىكى جىسىملارنىڭ تېزلىكى يورۇقلۇق تېزلىكىدىن كۆپ كىچىك بولىدۇ، $c+v$ ۋە $c-v$ نىڭ يورۇقلۇق تېزلىكى c بىلەن بولغان پەرقى ناھايىتى كىچىك. 19 ـ ئەسىردىكى تېخنىكا شارائىتىدا بۇنى بىۋاسىتە ئۆلچەشكە بولمايتتى. شۇنىڭ بىلەن فىزىكا ئالىملىرى نۇرغۇن ئەپچىل تەجرىبىلەرنى لايىھەلەپ چىقىپ، ئوخشاش بولمىغان پايدىلىنىش سىستېمىلىرىدىكى يورۇقلۇق تېزلىكلىرىنىڭ پەرقىنى ھېسابلاپ چىقىشقا ئۇرۇندى. ئامېرىكا تەۋەلىكىدىكى فىزىكا ئالىمى مايكېلسون ئاتاقلىق بىر تەجرىبىنى لايىھەلەپ چىقتى. ئۇ بىر دەستە يورۇقلۇقنى ئۆز ئارا تىك ئىككى دەستىگە بۆلۈپ، بىر دەستىسىنىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىنى يەر شارىنىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشىگە بىردەك، يەنە بىر دەستىسىنى يەر شارىنىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشىگە تىك قىلىپ، ئاندىن ئۇلارنى ئىنتېرفېرېنسىيىلەشتۇرگەن، ئەگەر ئوخشاش بولمىغان يۆنىلىشلەردىكى يورۇقلۇق تېزلىكلىرىدە ئازراق پەرق بولسىلا، ئىككى دەستە يورۇقلۇقنى ئۆز ئارا ئالماشتۇرغاندا ئىنتېرفېرېنسىيە ئىزىدا ئۆزگىرىش كېلىپ چىقىدۇ. ئۇ يەر شارىنىڭ ئالەمدىكى ھەرىكىتىنىڭ تېزلىكى ناھايىتى چوڭ بولغانلىقتىن، ئۇنىڭ يورۇقلۇق تېزلىكىگە نىسبەتەن چوڭراق تەسىرى بولۇشىنى ئۈمىد قىلغان. ئەمما بۇ تەجرىبە بىلەن باشقا تەجرىبىلەرنىڭ ھەممىسى يورۇقلۇق مەنبەسى بىلەن كۆزەتكۈچى مەيلى قانداق نىسپىي ھەرىكەت قىلسۇن، يورۇقلۇق تېزلىكىنىڭ ھەممىسىدىلا ئوخشاش بولىدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بەردى. بۇنداق ئىنكار قىلغان نەتىجىلەر ئەينى ۋاقىتتىكى فىزىكا ئالىملىرىنى ھەيران قالدۇرغان. چۈنكى بۇ ئەنئەنىۋى نۇقتىئىنەزەر، مەسىلەن، تېزلىكلەرنى قوشۇش قائىدىسىگە زىت ئىدى.

يۇقىرىقى يەكۈندە، ئەمەلىيەتتە تېزلىكلەرنى قوشۇش قائىدىسىدىن پايدىلىنىلدى. باشلانغۇچ مەكتەپ ئوقۇغۇچىلىرى ئارىفمېتىكىلىق تۆت ئەمەلگە ئائىت مەسىلىلەرنى ئىشلىگەندىن باشلاپلا بۇ قائىدىدىن پايدىلىنىدۇ. ئەزەلدىن بۇنى ئىسپاتلاش ھاجەتسىز دەپ قاراپ كەلگەن. ئەمما بىز دەرھاللا، يۇقىرى تېزلىكتە ھەرىكەت قىلىۋاتقان جىسىملارغا نىسبەتەن بۇ قائىدىنىڭ توغرىلىقىنىڭ تەۋرىنىپ قالىدىغانلىقىنى كۆرەلەيمىز.

بۇ ئىككى پەرەز ۋە بۇلاردىن
چىقىرىلغان خۇلاسە ئىنېرتسىيىلىك
پايدىلىنىش سىستېمىسىغىلا چېتىلىدۇ.
ئادەت بويىچە تار مەنىدىكى نىسپىيلىك
نەزەرىيىسى دەپ ئاتىلىدۇ.

تار مەنىدىكى نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنىڭ ئىككى پەرىزى

يۇقىرىدىكى زىددىيەت بىزنى مۇنداق بىر تەس بولغان تاللىۋېلىشقا
يۈزلەندۈردى : ياكى ماكسۋېلنىڭ ئېلېكتر ماگنىت نەزەرىيىسىنى تاشلىۋې-
تىش كېرەك ، ياكى ئالاھىدە پايدىلىنىش سىستېمىسىنىڭ مەۋجۇتلۇقىنى
ئىنكار قىلىۋېتىش كېرەك . ئېينىشتېين كېيىنكىسىنى تاللىۋالدى . ئۇ
مۇنداق دەپ قارىغان ، ئوخشاش بولمىغان ئىنېرتسىيىلىك سىستېمىلاردا
مېخانىكىنىڭ قانۇنىيىتى ئوخشاش بولىدىكەن ، ئۇنداقتا ، بىز تەبىئىي
ھالدا ، ئېلېكتر ماگنىت قانۇنىيەتلىرىمۇ ئوخشاش بولمىغان ئىنېرتسىيە-
لىك سىستېمىلاردىمۇ ئوخشاش بولىدۇ ، دەپ ئويلايمىز ، يەنى مەلۇم بىر
ئالاھىدە پايدىلىنىش سىستېمىسى (مەسىلەن ، يەرشارى پايدىلىنىش سىس-
تېمىسى ، قۇياش پايدىلىنىش سىستېمىسى ياكى ئاتالمىش ئېفىر[1] . . .) مەۋجۇت ئەمەس . ئېينىشتېين
گالىلېينىڭ نىسپىيلىك پرىنسىپىنى ئېلېكتر ماگنىت قانۇنىيىتى ۋە بارلىق باشقا فىزىكىلىق قانۇنىيەتلەر-
گە كېڭەيتىپ ، ئۆزىنىڭ بىرىنچى پەرىزىنى ئوتتۇرىغا قويدى :

**ئوخشاش بولمىغان ئىنېرتسىيىلىك پايدىلىنىش سىستېمىلىرىدا ، بارلىق فىزىكىلىق قانۇنىيەتلەر ئوخ-
شاش بولىدۇ . بۇ پەرەز ئادەتتە ئېينىشتېيننىڭ نىسپىيلىك پرىنسىپى دېيىلىدۇ .**

يەنە بىر پەرىزى :

**ۋاكۇئۇمدىكى يورۇقلۇق تېزلىكى ئوخشاش بولمىغان ئىنېرتسىيىلىك سىستېمىلارنىڭ ھەممىسىدە ئوخ-
شاش بولۇپ ، يورۇقلۇق مەنبەسىنىڭ ھەرىكىتى ۋە كۆزەتكۈچىنىڭ ھەرىكىتى بىلەن مۇناسىۋەتسىز بولىدۇ .
بۇ پەرەز ئادەتتە يورۇقلۇق تېزلىكىنىڭ ئۆزگەرمەسلىك پرىنسىپى دەپ ئاتىلىدۇ .**

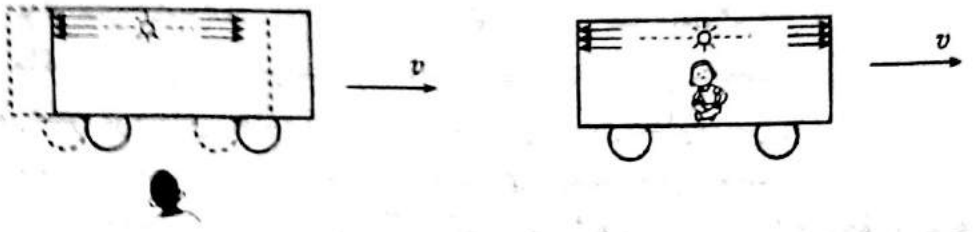
بۇ ئىككى پەرەز ئاساسەن مايكېلسون تەجرىبىسىنىڭ بىۋاستە خۇلاسىسى ھېسابلىنىدۇ. ئۇنداقتا، نېمە ئۈچۈن
يەنە پەرەز دېيىلىدۇ؟ بۇنىڭ سەۋەبى شۇكى، گەرچە تەجرىبە پەرەزدە ئېيتىلغان مەزمۇنلارنى كۆرسىتىپ بەرگەن بولسىمۇ،
ئەمما بۇ ئاخىرقى ھېسابتا يەنىلا چەكلىك بولغان بىرنەچچە قېتىملىق تەجرىبىدىنلا ئىبارەت، خالاس. پەقەت بۇ ئىككى
پەرەزدىن چىقىپ لوگىكىلىق ئەقلىي خۇلاسە (ماتېماتىكىلىق كەلتۈرۈپ چىقىرىشنىمۇ ئۆز ئىچىگە ئالىدۇ) ئارقىلىق ئېرىش-
كەن كۆپلىگەن يەكۇنلەرنىڭ ھەممىسى پاكىتقا ئۇيغۇن كەلگەندىلا، ئۇلار ئاندىن ھەقىقىي مەنىدىكى پرىنسىپقا ئايلىنىدۇ.

ۋاقىتداشلىقنىڭ نىسپىيلىكى ئەمدى نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنىڭ ئىككى پەرىزىنىڭ بىۋاستە ھۆ-
كۈمى سۈپىتىدە ، «ۋاقىتداشلىق»نىڭ نىسپىيلىكىنى مۇھاكىمە قىلىپ ، نىسپىيلىك نەزەرىيىسى شەرھلەن-
گەن دۇنيا بىلەن كۈندىلىك تەجرىبىمىزنىڭ قانچىلىك پەرقلىنىدىغانلىقىنى ھېس قىلىپ ئۆتىمىز .

بىز ئىككى «ۋەقە»نىڭ ۋاقىتداشلىقىنى تەتقىق قىلىپ ئۆتىمىز . بۇ يەردىكى «ۋەقە» بىر دانە
فوتوننىڭ كۆزىتىش ئەسۋابىغا سوقۇلۇشىنى كۆرسىتىشى مۇمكىن ، چاقماق ئېلېكترىنىڭ يەر يۈزىگە بولغان
زەربىسىنى كۆرسىتىشى مۇمكىن ، شۇنداقلا بىر بوۋاقنىڭ دۇنياغا كېلىشىنى كۆرسىتىشىمۇ مۇمكىن...
ناھايىتى ئۇزۇن بىر پويىز تۈپتۈز رېلىسنى بويلاپ تەكشى تېزلىكتە ئىنتايىن تېز كېتىۋاتىدۇ دەپ

[1] 19 - ئەسىرنىڭ ئاخىرى ۋە 20 - ئەسىرنىڭ باشلىرىدا ، فىزىكا ئالىملىرى ئېفىر دەپ ئاتىلىدىغان بىرخىل مۇھىت ئالەمنى قاپلاپ
تۇرىدۇ . ئۇ ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنلىرىنىڭ تارقىلىشىدا كېرەك قىلىنىدىغان مۇھىت بولىدۇ . ئېفىرنى پايدىلىنىش سىستېمىسى قىلغاندىلا
ماكسۋېلنىڭ ئېلېكتر ماگنىت نەزەرىيىسى ئاندىن كۈچكە ئىگە بولىدۇ ، دەپ قىياس قىلىشقان ئىدى . بوگۇنكى كۈندە قارىغاندا ، ئېفىر مەلۇم
بىر ئالاھىدە پايدىلىنىش سىستېمىسىغا ۋەكىللىك قىلىدۇ . مايكېلسوننىڭ تەجرىبىسى بۇنداق ئالاھىدە پايدىلىنىش سىستېمىسىنىڭ مەۋجۇت
ئەمەسلىكىنى كۆرسىتىپ بەردى . بۇ ئەمەلىيەتتە ئالەمدە ئېفىرنىڭ مەۋجۇت ئەمەسلىكىنى جاكارلىدى .

پەرەز قىلساق ، ۋاگوننىڭ ئوتتۇرىسىدىكى بىر يورۇقلۇق مەنبەسى بىر چاقنىغان نۇر چىقارسا ، بۇ چاقنىغان نۇرنىڭ ۋاگوننىڭ ئالدى ئېمى ۋە كەينى تېمىغا يېتىپ بېرىشى (چۈشۈشى) ئىككى ۋەقە ھېسابلىنىدۇ . ۋاگوندىكى كۆزەتكۈچى بۇ ئىككى ۋەقەنى ۋاقىتداش دەپ قارايدۇ . ئۇنىڭ قارىشىچە بۇنى چۈشەندۈرۈش ئاسان بولىدۇ ، چۈنكى ۋاگون بىر ئىنېرتسىيىلىك سىستېما بولۇپ ، يورۇقلۇقنىڭ ئالدى - كەينىگە تارقىلىپ بېرىش تېزلىكلىرى ئوخشاش ، يەنە كېلىپ يورۇقلۇق مەنبەسى ۋاگوننىڭ ئوتتۇرىسىدا . شۇڭا چاقنىغان نۇر ئەلۋەتتە ۋاگوننىڭ ئالدى - كەينى ئىككى تېمىغا تەڭلا يېتىپ بارىدۇ (2. 23- رەسىم A) .



A . ۋاگوندىكى كۆزەتكۈچى چاقنىغان نۇر ۋاگوننىڭ ئالدى - كەينى تاملىرىغا تەڭلا يېتىپ بارىدۇ ، دەپ قارايدۇ .

B . يەردىكى كۆزەتكۈچى چاقنىغان نۇر ئاۋۋال ۋاگوننىڭ كەينى تېمىغا بارىدۇ ، ئارقىدىن ئالدى تېمىغا بارىدۇ ، دەپ قارايدۇ .

2. 23- رەسىم

يەردە تۇرغان كۆزەتكۈچى مۇنداق دەپ قارىمايدۇ . ئۇنىڭ كۆزىتىشىچە چاقنىغان نۇر ئاۋۋال ۋاگوننىڭ كەينى تېمىغا بېرىپ ، ئارقىدىن ئالدى تېمىغا بارىدۇ ، ئۇ مۇنداق چۈشەندۈرىدۇ : يەر يۈزى بىر ئىنېرتسىيىلىك سىستېما بولۇپ ، چاقنىغان نۇرنىڭ ئالدىغا - كەينىگە تارقىلىش تېزلىكلىرى يەر يۈزىگە نىسبەتەنمۇ ئوخشاش بولىدۇ ، ئەمما چاقنىغان نۇرنىڭ ۋاگوننىڭ ئىككى تېمىغا ئۇچۇپ بېرىشى جەريانىدا ، ۋاگون ئالدىغا قاراپ بىر بۆلەك ئارىلىق ئىلگىرىلەيدۇ ، شۇنىڭ ئۈچۈن نۇرنىڭ ئالدىغا قاراپ تارقىلىش مۇساپىسى ئۇزۇنراق بولۇپ ، ئالدى تېمىغا يېتىپ بارغان ۋاقىتمۇ كېيىنرەك بولىدۇ (2. 23- رەسىم B) ، بۇ ئىككى ۋەقە ۋاقىتداش بولمايدۇ .

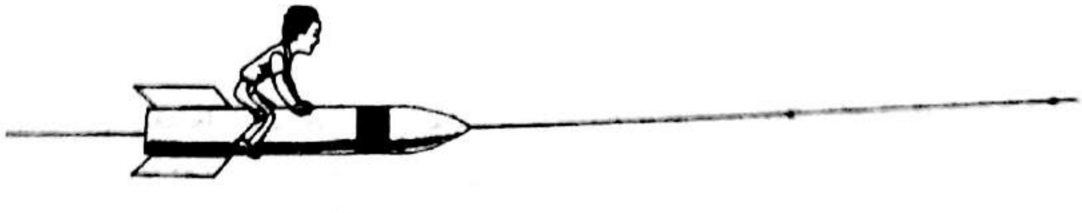
كلاسسىك فىزىكا ئالىملىرىنىڭ قاللىسىدا ، ئەگەر ئىككى ۋەقە بىر پايدىلىنىش سىستېمىسىدىن قارىغاندا ۋاقىتداش بولسا ، يەنە بىر پايدىلىنىش سىستېمىسىدىن قارىغاندىمۇ ۋاقىتداش بولۇپ ، بۇ نۇقتا بىر ئېگىلمەس ھەقىقەت ، مۇھاكىمە قىلىش ھاجەتسىز . ئەمما ئېيىنشتېيننىڭ ئىككى پەرەزنى قوبۇل قىلساق ، تەبىئىي ھالدىلا «ۋاقىتداشلىقنىڭ نىسپىيلىكى» دىن ئىبارەت بۇ خۇلاسىگە ئېرىشەلەيمىز . نېمە ئۈچۈن كۈندىلىك تۇرمۇشتا ھېچكىم بۇنداق نىسپىيلىكنى كۆزىتەلمەيدۇ ؟

ئەگەر كەلگۈسىدىكى بىر كۈنى پويىزنىڭ تېزلىكى يورۇقلۇق تېزلىكىنىڭ $\frac{1}{4}$ ىگە يەتسە ياكى بۇنىڭدىنمۇ تېز بولسا، ۋاقىتداشلىقنىڭ نىسپىيلىكى ئادەتتىكى ئىش بولۇپ قالىدۇ. ئۇ چاغدا ئوقۇغۇچىلارنىڭ نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنى ئۆگىنىشىمۇ كۆپ ئاسانلىشىدۇ.

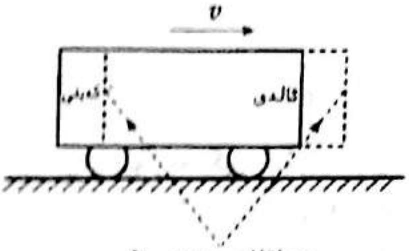
ئەسلىدە پويىزنىڭ تېزلىكى يورۇقلۇقنىڭ تېزلىكىدىن كۆپ كىچىك بولۇپ ، نۇر ۋاگوننىڭ ئوتتۇرىسىدىن ئالدى - كەينى تاملىرىغا تارقىلىپ بارغان ئىنتايىن قىسقا ۋاقىتلار ئىچىدە ، پويىز ھېچقانداق ئارىلىققا ئىلگىرىلىيەلمەيدۇ . شۇڭا يەر يۈزىدىكى كۆزەتكۈچى چاقنىغان نۇرنىڭ ۋاگوننىڭ ئالدى - كەينى تاملىرىغا يېتىپ بېرىشىدىكى ۋاقىت پەرقىنى بايقىيالمايدۇ .

1 - مەشىق

(1) بىر يەردە A، B ئىككى ۋەقە تەڭلا يۈز بەرگەندە راكېتادا ئولتۇرۇپ ئىككى ۋەقە يۈز بەرگەن جايلارنى تۇتاشتۇرغۇچى سىزىقنى بويلاپ ئۇچۇۋاتقان ئادەمگە نىسبەتەن ئېيتقاندا (23 .3 - رەسىم)، قايسى ۋەقە ئاۋۋال يۈز بەرگەن بولىدۇ؟



3 .23 - رەسىم.



4 .23 - رەسىم.

(2) يۇقىرىقى مىسالدا، راكېتا AB ئارىسىدا ئۇچقان ۋە B نۇقتىدىن ئۆتۈپ ئۆتكەندىن كېيىنكى ئىككى ۋەقەنىڭ يۈز بېرىشىنىڭ ئىلگىرى - كېيىنلىكىنى ئايرىم-ئايرىم مۇھاكىمە قىلىڭ.

(3) بىر پويىز v تېزلىكتە يەر يۈزىگە نىسبەتەن ھەرىكەت قىلىدۇ. ئەگەر يەر يۈزىدىكى ئادەم يورۇقلۇق مەنبەسىدىن چىققان چاقنىغان نۇرنىڭ ۋاگوننىڭ ئالدى تېمى ۋە كەينى تېمىغا تەڭلا يېتىپ بارغانلىقىنى ئۆلچىگەن بولسا (23 .4-رەسىم)، ئۇ ھالدا، پويىزدىكى ئادەمنىڭ ئۆلچىگىنى بويىچە، چاقنىغان نۇر ۋاگوننىڭ ئالدى تېمىغا ئاۋۋال يېتىپ بارامدۇ ياكى كەينى تېمىغا ئاۋۋال يېتىپ بارامدۇ؟

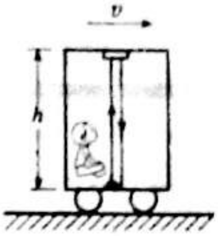
2 ۋاقىت ۋە بوشلۇقنىڭ نىسپىيلىكى

يۇقىرىقى پاراگرافتا ۋاقىتداشلىقنىڭ نىسپىيلىكىنى سۆزلەپ ئۆتتۇق. بۇ ۋاقىتنىڭ نىسپىيلىكىنىڭ بىر ئىپادىلىنىشىدىن ئىبارەت. بۇ پاراگرافتا ۋاقىت ۋە بوشلۇقنىڭ نىسپىيلىكىگە قارىتا يەنىمۇ ئىلگىرىلىگەن ھالدا مۇھاكىمە ئېلىپ بارىمىز.

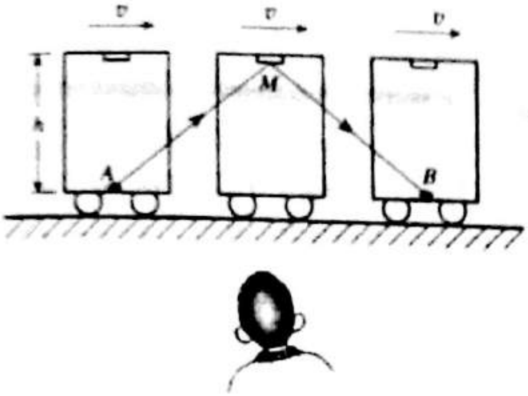
ۋاقىت ئارىلىقىنىڭ نىسپىيلىكى كلاسسىك فىزىكا مۇنداق دەپ قارايدۇ، مەلۇم ئىككى ۋەقەنى ئوخشاش بولمىغان ئىنېرتسىيە سىستېمىلىرىدىن كۆزەتكەندە، ئۇلارنىڭ يۈز بېرىشىنىڭ ۋاقىت پەرقى، يەنى ئۇلارنىڭ ۋاقىت ئارىلىقى ھامان ئوخشاش بولىدۇ. ئەمما تار مەنىدىكى نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنىڭ ئىككى ئاساسىي پەرىزىدىن چىقىپ قارىساق، ۋاقىتلار ئارىلىقى نىسپىي بولىدۇ.

يەنىلا يۇقىرى تېزلىكتىكى پويىزنى مىسالغا ئالايلى. ۋاگوننىڭ پولىدا بىر يورۇقلۇق مەنبەسى بار بولۇپ، بىر چاقنىغان نۇر چىقارغان دەپ پەرەز قىلساق، ۋاگوندىكى ئادەمگە نىسبەتەن ئېيتقاندا، چاقنىغان نۇر يورۇقلۇق مەنبەسىنىڭ ئۇدۇل ئۈستىدىكى h ئېگىزلىكتىكى كىچىك ئەينەكتىن قايتىپ يورۇقلۇق مەنبەسىنىڭ ئورنىغا قايتىپ كېلىدۇ (23 .5- رەسىم A). بېرىپ كېلىشى ئۈچۈن كەتكەن ۋاقىت $\Delta t'$ بولىدۇ.

ئوخشاش بولمىغان يەرلەردىكى ۋاقىت سۈرئەتلىرىنىڭ قانداق كەمىسە-لىكى ئۈچۈن، رەسىمدىكى ۋاگونلار قىسقا قىلىپ سىزىلدى.



A . ۋاگوندىكى ئادەم چاقنىغان نۇر ۋېرتىكال يۆنىلىشنى بويلاپ كىچىك ئەينەككە يېتىپ بارغاندىن كېيىن يەنە ۋېرتىكال يۆنىلىشنى بويلاپ قايتىدۇ، دەپ قارايدۇ .



B . يەر يۈزىدىكى ئادەم قوبۇل قىلىنغان قايتقان نۇر يانتۇ سىزىق بويلاپ تارقىلىدۇ، دەپ قارايدۇ .

5. 23 - رەسىم . ۋاقىت ئارىلىقىنىڭ نىسپىيلىكى

$$\Delta t' = \frac{2h}{c}$$

يەر يۈزىدىكى كۆزەتكۈچىگە نىسبەتەن ئېيتقاندا، ئەھۋال ئوخشاش بولمايدۇ، يەر يۈزىدىن قارىغاندا، نۇرنىڭ تارقىلىشى جەريانىدا، پويىز ۋاگونى ئالدىغا بىر بۆلەك ئارىلىق ھەرىكەت قىلىپ بارىدۇ، شۇڭا كىچىك ئەينەك تەرەپتىن قايتۇرۇلۇپ يەنە يورۇقلۇق مەنبەسى تەرەپتىن قوبۇل قىلىنغان چاقنىغان نۇر ئىز AMB نى بويلاپ تارقالغان نۇردىن ئىبارەت بولىدۇ (5. 23- رەسىم B) . ئەگەر پويىزنىڭ تېزلىكىنى v ، يەر يۈزىدىكى كۆزەتكۈچى ئۆلچىگەن چاقنىغان نۇرنىڭ يورۇقلۇق مەنبەسىدىن چىقىپ يەنە يورۇقلۇق مەنبەسىگە قايتىپ كېلىشىگە كەتكەن ۋاقىتنى Δt دەپ ئالغاندا، گوگۇ تېئورېمىسىغا ئاساسەن تۆۋەندىكىگە ئېرىشكىلى بولىدۇ :

$$\left(\frac{v\Delta t}{2}\right)^2 = \left(\frac{c\Delta t}{2}\right)^2 - h^2$$

نۇرنىڭ يورۇقلۇق مەنبەسىدىن چىقىشى بىلەن يەنە يورۇقلۇق مەنبەسىگە قايتىپ كېلىشى — بۇ ئىككى ۋەقە بولىدۇ. $\Delta t'$ بىلەن Δt ئايرىم - ئايرىم بۇ ئىككى ۋەقەنى ۋاگوندا ۋە يەر يۈزىدە ئۆلچىگەندە كېلىپ چىققان ۋاقىت ئارىلىقىدىن ئىبارەت.

بۇ يەردە نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنىڭ 2- پەرىزى، يەنى يەر يۈزى پايدىلىنىش سىستېمىسىغا نىسبەتەن يورۇقلۇق تېزلىكىنىڭ يەنىلا c بولىدىغانلىقى پايدىلىنىلدى. يۇقىرىقى ئىككى ئىپادىدىكى h نى يوقاتقاندا تۆۋەندىكى كېلىپ چىقىدۇ :

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}} \qquad (1)$$

مەخرەجدىكى $1-\left(\frac{v}{c}\right)^2 < 1$ بولغانلىقتىن، ھامان $\Delta t > \Delta t'$ بولىدۇ .

بۇمۇ كىشىنى ھەيرانقالدۇرىدىغان بىر خۇلاسە[1] : چاقنىغان نۇرنىڭ يورۇقلۇق مەنبەسىدىن چىقىپ كىچىك ئەينەكتىن يەنە يورۇقلۇق مەنبەسىگە قايتىپ كېلىشى ئۈچۈن كەتكەن ۋاقىتنى يەر يۈزىدىكى ئادەم بىلەن ۋاگوندىكى ئادەمنىڭ ئۆلچەش نەتىجىسى ئوخشاش بولمايدۇ، يەر يۈزىدىكى ئادەم بۇ ۋاقىتنى ئۇزاقراق

[1] ئىپادە (1) نىڭ كەلتۈرۈپ چىقىرىلىشىدا بىر يوشۇرۇن شەرت، يەنى مەيلى ۋاگوندا كۆزەتسۇن، مەيلى يەر يۈزىدە كۆزەتسۇن، كىچىك ئەينەكنىڭ ئېگىزلىكى h نىڭ ئوخشاش بولىدىغانلىقى پايدىلىنىلغان. ئۇۋەندە بىز شۇنى كۆرەلەيمىزكى، ئوخشاش بولمىغان پايدىلىنىش سىستېمىلىرىدىن كۆزەتكەندە، جىسىمنىڭ ئۇزۇنلۇقىمۇ ئوخشاش بولمايدۇ. بىراق پەقەتلا ھەرىكەت يۆنىلىشىدىكى ئۇزۇنلۇقىدىلا پەرق بولىدۇ، يورۇقلۇق مەنبەسى بىلەن كىچىك ئەينەكنى تۇتاشتۇرغۇچى سىزىق ھەرىكەت يۆنىلىشىگە تىك بولۇپ، ئېگىزلىك ئۆزگەرمەيدۇ. شۇڭا ئىپادە (1) نىڭ خۇلاسىسى يەنىلا توغرا بولىدۇ. ئوقۇغۇچىلارنىڭ ماتېماتىكا ۋە فىزىكا بىلىملىرىنىڭ چەكلىمىسىگە ئاساسەن، بۇ كىتابتا قاتتىق تەلەپ قويۇلمىغان مۇشۇنداق ئىسپاتلاشلارلا قوللىنىلدى .

دەپ تونۇيدۇ .

قاتتىق تەلەپ بىلەن ئېلىپ بېرىلغان كەلتۈرۈپ چىقىرىشلار ئىپادە (1)نىڭ ئومۇمىيۈزلۈك ئەھمىيەتكە ئىگە ئىكەنلىكىنى كۆرسىتىپ بەردى . بۇ شۇنىڭدىن دېرەك بېرىدۇكى ، يەر يۈزىدىن كۆزەتكەندە ، پويىز ۋاگونىدىكى ۋاقىتنىڭ ئۆتۈشى ئاستىلاپ قالغان ، پويىز ھەرىكەت قىلىۋاتقانلىقتىن ، پويىز ۋاگونىدىكى بارلىق فىزىكىلىق ، خىمىيىلىك جەريانلار ۋە ھاياتلىق جەريانلىرىنىڭ ھەممىسى ئاستىلاپ قالغان : سائەتنىڭ مېڭىشى ئاستىلاپ قالىدۇ ، خىمىيىلىك رېئاكسىيىمۇ ئاستىلاپ قالىدۇ ، ھەتتا ئادەمنىڭ ماددا ئالماشتۇرۇشىمۇ ئاستىلاپ قالىدۇ... ئەمما پويىز ۋاگونىدىكى ئادەمنىڭ ئۆزىدە بۇنداق تۇيغۇ بولمايدۇ . ئەكسىچە ، ئۇ يەر يۈزىدىكى ۋاقىتنىڭ ئۆتۈشى پويىز ۋاگونىنىڭكىدىن ئاستىلاپ قالغان دەپ تونۇيدۇ . چۈنكى ئۇ يەر يۈزىنىڭ ئوخشاش تېزلىكتە قارىمۇقارشى يۆنىلىشكە قاراپ ھەرىكەت قىلىۋاتقانلىقىنى كۆرىدۇ !

ئىپادە (1) ۋاقىتنىڭ نىسپىيلىكىنى يەنە بىر قېتىم جانلىق كۆرسىتىپ بەردى .

ئۇزۇنلۇقنىڭ نىسپىيلىكى بىز بۇ بىر كىچىك ماۋزۇدا ، يۇقىرى تېزلىكتىكى پويىزدىكى بىر دەستىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن ھەرىكەت يۆنىلىشى پاراللېل بولغاندا ، يەر يۈزىدىكى ئادەم ئۆلچەپ ئېرىشكەن دەستىنىڭ ئۇزۇنلۇقى پويىزدىكى ئادەم ئۆلچەپ ئېرىشكەن دەستىنىڭ ئۇزۇنلۇقىدىن كىچىك بولىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرىمىز .

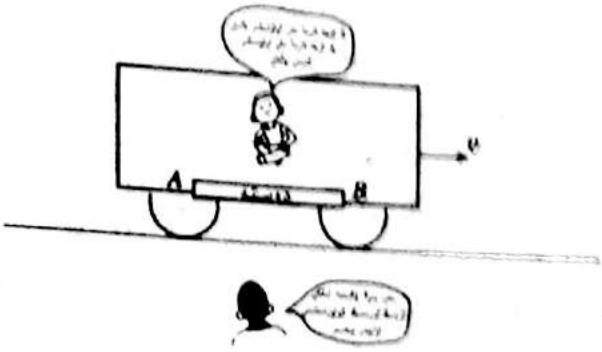
بىر دانە دەستە ۋاگوننىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشى بويىچە پويىزغا (ۋاگونغا) مۇقىملاشتۇرۇلغان بولۇپ ، پويىز بىلەن بىرلىكتە ھەرىكەت قىلىدۇ ، دەپ پەرەز قىلغاندا ، پويىزدىكى ئادەمنىڭ قارىشىچە ، دەستە تىنچ تۇرىدۇ . ئۇ پويىزغا مۇقىملاشتۇرۇلغان كوئوردىنات ئوقىدىن پايدىلىنىپ دەستىنىڭ ئىككى ئۇچىنىڭ ئورنىنىڭ كوئوردىناتىنى ئۆلچەپ چىقسا ، بۇ كوئوردىناتلارنىڭ ئايرىمىسى ئۇ ئۆلچەپ چىققان دەستىنىڭ ئۇزۇنلۇقى l' دىن ئىبارەت بولىدۇ . يەر يۈزىدىكى ئادەم يەر يۈزىگە مۇقىملاشتۇرۇلغان كوئوردىنات ئوقىدىن[1] پايدىلىنىپ دەستىنىڭ ئىككى ئۇچىنىڭ ئورنىنىڭ كوئوردىناتىنى ئۆلچەپ چىقسا ، بۇ كوئوردىناتلارنىڭ ئايرىمىسى ئۇ ئۆلچەپ چىققان دەستىنىڭ ئۇزۇنلۇقى l دىن ئىبارەت بولىدۇ . ئەمما يەر يۈزىدىكى ئادەمگە نىسبەتەن ئېيتقاندا ، دەستە ھەرىكەت قىلىۋاتقان بولۇپ ، بۇنداق ئۆلچەشنى مەنىگە ئىگە قىلىش ئۈچۈن ، ئۇ چوقۇم دەستىنىڭ ئىككى ئۇچىنىڭ ئورنىنىڭ كوئوردىناتىنى بىرلا ۋاقىتتا ئۆلچەپ چىقىشى كېرەك . ئەگەر ئۇ مەلۇم بىر پەيتتە دەستىنىڭ بىر ئۇچىنىڭ ئورنىنىڭ كوئوردىناتىنى ئۆلچەپ ، يەنە بىر پەيتتە دەستىنىڭ يەنە بىر ئۇچىنىڭ ئورنىنىڭ كوئوردىناتىنى ئۆلچەپ چىقسا ، كوئوردىناتلار ئايرىمىسى دەستىنىڭ ئۇزۇنلۇقىغا ۋەكىللىك قىلالمايدۇ .

پويىزدىكى ئادەم بىلەن يەر يۈزىدىكى ئادەمنىڭ ھەرقايسىسى يۇقىرىدا بايان قىلىنغان ئۇسۇللاردىن پايدىلىنىپ پويىز بىلەن بىللە ھەرىكەت قىلىدىغان دەستىنىڭ ئۇزۇنلۇقىنى ئۆلچىگەندە ، ئۆلچەش نەتىجىسى $l' > l$ بولغانلىقى بايقالغان . بۇلار ئىككىسىنىڭلا ئۆلچەش نەتىجىسى ئۆلچەش تەلىپىگە ئۇيغۇن كېلىدۇ ، ئەمما ئۆلچەش نەتىجىسى ئوخشاش بولمىغان ، بۇ ۋاقىتداشلىقنىڭ نىسپىيلىكى بىلەن مۇناسىۋەتلىك . يەر يۈزىدىكى ئادەم ۋاقىتداش ئىككى ۋەقە دەپ قارىغان (بىرلا ۋاقىتتا A ، B ئىككى ئۇچىغا قارىتا سانلارنى ئوقۇغان) بولسا ، پويىزدىكى ئادەم ۋاقىتداش ئەمەس دەپ قارىغان (23 .6 - رەسىم) . پويىزدىكى ئادەم مۇنداق دەپ قارايدۇ ، يەر يۈزىدىكى ئادەمنىڭ B ئۇچىغا قارىتا سان ئوقۇشى بالدۇرراق ، A ئۇچىغا قارىتا سان ئوقۇشى

پويىزدىكى ئادەم بىلەن يەر يۈزىدىكى ئادەمنىڭ قاسـسـىنىڭ ئېنىقى توغرا؟ ھەرئىككىسىنىڭ توغرا. ئوخشاش بىر ئۇسۇلغا نىسبەتەن ئېنىقلاندا، ئولىغا نىسبەتەن ھەرىكەت ئىزلىكى ئوخشاش بولسا. كۆرۈش - ئۆلچەش نەتىجىسىمۇ ئوخشاش بولىدۇ.

[1] قاتتىق تەلەپ بىلەن ئېيتقاندا ، يەر يۈزىدىكى كوئوردىنات ئوقى پويىزدىكى كوئوردىنات ئوقى بىلەن ماس ... ئۆلچەمگە ئىگە بولۇشى كېرەك . بۇ مەسىلە ھەققىدىكى مۇھاكىمە سىرتقى ... بولغاچقا ، بۇ كىتابتا قىسقارتىۋېتىلدى

كىچىكىيىپ كەتكەن بولغان، بۇ ۋاقىت ئىچىدە دەستە ئالدىغا بىر بۆلەك ئارىلىق ھەرىكەت قىلىپ بارغان، شۇڭا يەر يۈزىدىكى ئادەم ئۆلچەپ چىققان دەستىنىڭ ئۇزۇنلۇقى نىسبەتەن قىسقا بولىدۇ.



6.23-رەسىم. يەر يۈزىدىكى ئادەم بىرلا ۋاقىتتا دەستىنىڭ ئىككى ئۇچىنىڭ كوئوردىناتىنى ئۆلچىدىم دەپ قارايدۇ، پويىزدىكى ئادەم بۇنى ۋاقىتداش ئەمەس دەپ قارايدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن ئىككى پايدىلىنىش سىستېمىسىدىكى ئۆلچەش قىممەتلىرىدە پەرق بولىدۇ.

قاتتىق تەلەپ بىلەن ئېلىپ بېرىلغان ماتېماتىكىلىق كەلتۈرۈپ چىقىرىش ئارقىلىق l' بىلەن l نىڭ تۆۋەندىكىدەك مۇناسىۋىتىگە ئېرىشكىلى بولىدۇ:

$$l=l'\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2} \qquad (2)$$

$1-\left(\frac{v}{c}\right)^2<1$ بولغانلىقتىن، $l<l'$ بولىدۇ.

ئىپادە (2) لورېنتىز قىسقىرىشى ئۇزۇنلۇق ئەھمىيىتىدە ئىكەنلىكىنى، يەنى بىر دەستە ئۇزۇنلۇقى يۆنىلىشىنى بويلاپ ئۆلچىگۈچىگە نىسبەتەن ھەرىكەت قىلغاندا، ئۆلچەپ ئېرىشىلگەن ئۇزۇنلۇقى ئۇنىڭ تىنچ تۇرغاندىكى ئۇزۇنلۇقىدىن كىچىك بولىدۇ. دەستىنىڭ تېزلىكى قانچە چوڭ بولسا، پەرق شۇنچە چوڭ بولىدۇ. مانا بۇ بىز ئېيتقان بوشلۇقنىڭ نىسپىيلىكى. دەستە ئۇزۇنلۇق يۆنىلىشىگە تىك ھالدا ھەرىكەت قىلغاندا، ئۆلچەپ چىقىلغان ئۇزۇنلۇقى تىنچ تۇرغاندىكى ئۇزۇنلۇقىغا ئوخشاش بولىدۇ.

مۇنداق بىر كۆرۈنۈشنى تەسەۋۋۇر قىلىپ بېقىشقا بولىدۇ: بىر پويىز يورۇقلۇق تېزلىكىگە يېقىنلاشقان تېزلىكتە يېنىمىزدىن ئۆتۈپ ئۆتسە، ۋاگونلارنىڭ قىسقىراپ قالغانلىقىنى، ۋاگون دېرىزىلىرىنىڭ تارلاپ قالغانلىقىنى ھېس قىلىمىز... پويىز قانچە تېز بولسا، بۇ ھادىسە شۇنچە روشەن بولىدۇ. ئەمما ۋاگون بىلەن ۋاگون دېرىزىسىنىڭ ئېگىزلىكىدە ئۆزگىرىش بولمايدۇ. پويىزدىكى (ۋاگوندىكى) ئادەمدە قانداق تۇيغۇ بولىدۇ؟ ئۇ پويىزدىكى بارلىق نەرسىلەر ئاۋۋالقىغا ئوخشاش دەپ قارايدۇ، چۈنكى كۆرۈنۈشلەردە مۇنداق بەزى غەيرىي ئەھۋاللار بولغان دەپ قارايدۇ: يول ياقىسىدىكى سىم تاناپ تۈۋرۈكلىرىنىڭ ئارىلىقى قىسقىراپ قالغان، تۈمۈر يول لىنىيىسىگە قاراپ تۇرغان كۋادرات شەكىللىك ئېلان تاختىسى كەڭلىكى كىچىكلەپ، ئېگىزلىكى ئۆزگەرمىگەنلىكى تۈپەيلىدىن، تار ھەم ئېگىز تىك تۆت تەرەپلىككە ئايلىنىپ قالغان...

ۋاقىت - بوشلۇقنىڭ نىسپىيلىكىنى تەجرىبىدە ئىسپاتلاش ئىپادە (1)، (2) لەردىن، ئىككى پايدىلىنىش سىستېمىسىنىڭ نىسپىي تېزلىكى يورۇقلۇق تېزلىكى بىلەن سېلىشتۇرغىدەك بولغاندىلا، ۋاقىت بىلەن بوشلۇقنىڭ نىسپىيلىكى ئاندىن روشەن بولىدىغانلىقىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ. ئۆۋەتتىكى تېخنىكا تېخى ماكرو جىسىملارنى بۇنداق تېزلىككە يەتكۈزەلمەيدۇ. ئەمما مىكرو زەررىچىلەرگە بولغان تەتقىقاتلارنىڭ چوڭقۇرلىشىشىغا ئەگىشىپ، كىشىلەر نۇرغۇن ئەھۋاللاردا زەررىچىلەر تېزلىكىنىڭ يورۇقلۇق تېزلىكىنىڭ 90% نىڭ يۇقىرىسىغا يېتەلەيدىغانلىقىنى، ۋاقىت - بوشلۇقنىڭ نىسپىيلىكىگە سەل قاراشقا

بولمايدىغانلىقىنى بايقىدى . پاكىت دەل شۇنداق ، ھازىرغا كەلگەندە ، تار مەنىدىكى نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنىڭ بارلىق خۇلاسىلىرى تولۇق ئىسپاتلىنىپلا قالماستىن ، بۇلار ئەمەلىيەتتە مىكرو زەررىچىلەر نەزەرىيىسىنىڭ ئاساسلىرىنىڭ بىرى بولۇپ قالدى .

بىر نەزەرىيىنىڭ ھەقىقىي ئىكەنلىكى ، ئۇنىڭ خۇلاسىلىرىنىڭ پاكىتلار ئارقىلىق ئىسپاتلىنىشى بىلەن ئۆلچىنىدۇ . ئالدىنقى يىللاردا يەر شارى ، ئايروپىلان ، زەررىچىلەر قاتارلىقلاردا ئېلىپ بېرىلغان تەجرىبىلەر بۇ نەزەرىيىنىڭ توغرىلىقىنى ئىسپاتلىدى ، ئاندىن بۇ نەزەرىيىگە ئىشىنىلدى .

ۋاقىت — بوشلۇق نىسپىيلىكىنىڭ ئەڭ بالدۇرقى ئىسپاتى ئالەم نۇرلىرىنى كۆزىتىش - ئۆلچەشلەر بىلەن مۇناسىۋەتلىك (1941-يىل) . ئالەم نۇرلىرى قۇياش ۋە ئالەمنىڭ چوڭقۇر جايىدىن كەلگەن يۇقىرى ئېنېرگىيىلىك زەررىچىلەر ئېقىمىدىن ئىبارەت بولۇپ ، بۇلار يۇقىرى قاتلام ئاتموسفېرا بىلەن تەسىرلىشىپ ، يەنە كۆپ خىل زەررىچىلەرنى ھاسىل قىلىدۇ ، ئۇلار ئىككىلەمچى ئالەم نۇرلىرى دېيىلىپ ، بۇلارنىڭ ھەممىسى ئومۇملاشتۇرۇلۇپ ئالەم نۇرلىرى دەپ ئاتىلىدۇ . ئىككىلەمچى ئالەم نۇرلىرى ئىچىدىكى بىرخىل زەررىچە مېيۇئون (μ مېزون) دېيىلىدۇ ، ئۆمرى قىسقا بولۇپ ، پەقەت $2.0\mu s$ بولىدۇ ، بۇ ۋاقىتتىن ئېشىپ كەتكەندىن كېيىن كۆپ ساندىكى مېيۇئونلار يىمىرىلىپ باشقا زەررىچىلەرگە ئايلىنىپ كېتىدۇ . ئالەم نۇرلىرى ئىچىدىكى مېيۇئوننىڭ تېزلىكى تەخمىنەن $0.99c$ بولىدۇ ، شۇڭا ئۇنىڭ ئۆمرى ئىچىدىكى ھەرىكەت ئارىلىقى تەخمىنەن 590m بولىدۇ . مېيۇئوننىڭ ھاسىل بولۇش ئېگىزلىكى 100km دىن يۇقىرى بولۇپ ، مۇنداقچە ئېيتقاندا ، ئالەم نۇرلىرى ئىچىدىكى مېيۇئونلار يەر يۈزىگە يېتىپ كېلەلمەيدۇ . ئەمما ئەمەلىيەتتە يەر يۈزىدە كۆزەتكەن ئالەم نۇرلىرى ئىچىدە نۇرغۇن مېيۇئونلار بار ، بۇنى پەقەت نىسپىيلىك نەزەرىيىسىدىن پايدىلىنىپ چۈشەندۈرۈشكە بولىدۇ[①] .

بىزنىڭ مېيۇئوننىڭ ئۆمرى $2.0\mu s$ دېگىنىمىز ئۇنىڭ بىلەن نىسپىي تىنچ تۇرغان پايدىلىنىش سىستېمىسىدا ئېيتىلغان . يەر يۈزى پايدىلىنىش سىستېمىسىدىن قارىغاندا ، مېيۇئون يورۇقلۇق تېزلىكىگە يېقىنلاشقان تېزلىكتە ھەرىكەت قىلىدۇ . ئىپادە (1)گە ئاساسەن ، ئۇنىڭ ئۆمرى $2.0\ \mu s$ تىن كۆپ ئۇزاق بولىدۇ ، مۇشۇنچىلىك ئۇزاق ۋاقىت ئىچىدە نۇرغۇن مېيۇئونلار يەر يۈزىگە ئۇچۇپ كېلەلەيدۇ .

ئەگەر كۆزەتكۈچى بىلەن مېيۇئون بىرلىكتە ھەرىكەت قىلسا ، بۇ ھادىسىنىمۇ ئاسان چۈشەندۈرگىلى بولىدۇ . بۇ كۆزەتكۈچى قارىغاندا مېيۇئوننىڭ ئۆمرى يەنىلا $2.0\mu s$ بولىدۇ ، ئەمما يەر - زېمىن ئۇنىڭغا ئېتىلىپ كېلىۋاتقان بولىدۇ ، شۇڭا ئاتموسفېرا قاتلىمىنىڭ قېلىنلىقى 100km بولمايدۇ ، ئۇزۇنلۇقنىڭ نىسپىيلىكى تۈپەيلىدىن ئۇنىڭ قارىشىچە ئاتموسفېرا قاتلىمى 100km دىن كۆپ نېپىز بولىدۇ . نۇرغۇن مېيۇئونلار يىمىرىلىپ باشقا زەررىچىلەرگە ئايلىنىشتىن ئاۋۋال بۇنچىلىك ئارىلىقتىن ئۇچۇپ ئۆتۈپ كېتەلەيدۇ .

نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنىڭ تۇنجى ماكرولۇق ئىسپاتلىنىشى 1971- يىلى ئېلىپ بېرىلغان ، شۇ چاغدا سېزىي ئاتوم سائىتىنى رېئاكتىپ ئايروپىلانغا سېلىپ يەر شارىنى ئايلاندۇرۇپ ئۇچۇرۇپ يەر يۈزىدىكى ئۆلچەم سائەت بىلەن سېلىشتۇرۇش ئېلىپ بارغان . تەجرىبە نەتىجىسى نەزەرىيىۋى مۆلچەرگە ناھايىتى ئوبدان ئۇيغۇن كەلگەن .

نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنىڭ ۋاقىت — بوشلۇق كۆز قارىشى ۋاقىت دېگەن نېمە ؟ بوشلۇق دېگەن نېمە ؟ ۋاقىت بىلەن بوشلۇق قانداق خۇسۇسىيەتكە ئىگە ؟ كلاسسىك فىزىكا بۇ مەسىلىلەرگە توپتوغرا جاۋاب بېرەلمىگەن . ئەمما ئۇنىڭ مەسىلىلەرنى بىرتەرەپ قىلىشىدىن بىز شۇنى ھېس قىلالايمىزكى ، كلاسسىك فىزىكا بوشلۇق خۇددى بىر چوڭ قۇتا (چېگرىسى يوق بىر قۇتا) بولۇپ ، ئۇ ماددىلارنىڭ ھەرىكەت قىلىش

---

① ئەمەلىيەتتە مېيۇئوننىڭ يىمىرىلىشى ستاتىستىكا قانۇنىيىتىگە بويسۇنىدۇ ، $2.0\mu s$ ئۆتكەندىن كېيىن يەنىلا تەخمىنەن %37 مېيۇئون يىمىرىلمەيدۇ . بىراق خۇسۇسىيەت (خاراكتېرىنى ئېنىقلاش) جەھەتتىن چۈشەندۈرگەندە ، $2.0\mu s$ نى ئۇنىڭ ئۆمرى قىلىپ ئېلىشقا بولىدۇ . 1941- يىلى ئامېرىكىلىق ئالىم روسسى بىلەن خال بۇ توردىكى تەتقىقاتنى ئېلىپ بارغاندا ئوخشاش بولمىغان ئېگىزلىكلەردىن ئالەم نۇرلىرىدىكى مېيۇئونلارنىڭ سانلىق مىقدارىغا قارىتا ستاتىستىكىلاش ئېلىپ بارغان ، نەتىجىسى نىسپىيلىك نەزەرىيىسىدىكى مۆلچەر بىلەن ئامامەن بىردەك بولغان .

سورۇنى، دەپ قارايدۇ. مەلۇم بىر ۋاقىت مەلۇم بىر بوشلۇق دائىرىسىدە ماددىلار مەۋجۇت ياكى مەۋجۇت ئەمەسلىكى، ماددىلارنىڭ قانداق ھەرىكەت قىلىۋاتقانلىقى بوشلۇقنىڭ ئۆزىگە نىسبەتەن تەسىر قىلمايدۇ. بۇ خۇددى قۇتىغا نەرسە قاچىلىغان ياكى قاچىلىمىغانلىقنىڭ قۇتىنىڭ خۇسۇسىيىتىگە تەسىرى بولمىغىنىغا ئوخشايدۇ. ۋاقىتمۇ بۇسىغا ئوخشاپ كېتىدۇ، ئۇ مىنۇت - سېكۇنتلاپ ئۆتۈپ كېتىدۇ، ماددىلارنىڭ ھەرىكىتى بىلەن مۇناسىۋەتسىز. ياشقىچە ئېيتقاندا، كلاسسىك فىزىكا بوشلۇق بىلەن ۋاقىت ماددىلاردىن ئايرىلغان ھالدا مەۋجۇت، مۇتلەق بولىدۇ، بوشلۇق بىلەن ۋاقىت ئارىسىدىمۇ باغلىنىش بولمايدۇ، دەپ قارايدۇ.

نىسپىيلىك نەزەرىيىسى ماددا بولغاندىلا ئاندىن بوشلۇق ۋە ۋاقىت بولىدۇ. بوشلۇق ۋە ۋاقىت ماددىلارنىڭ ھەرىكەت ھالىتى بىلەن مۇناسىۋەتلىك دەپ قارايدۇ. يۇقىرىدا، ئېنىق بىر پايدىلىنىش سىستېمىسىدا كۆزەتكەندە، ھەرىكەتتىكى جىسىمنىڭ ئۇزۇنلۇقى (بوشلۇقتىكى ئارىلىقى) ۋە ئۇنىڭ ئۈستىدىكى فىزىكىلىق جەريانلارنىڭ تېز - ئاستىلىقى (ۋاقىت ئۆتۈشى) جىسىمنىڭ ھەرىكەت ھالىتى بىلەن مۇناسىۋەتلىك بولىدىغانلىقىنى كۆرۈپ ئۆتتۇق.

بىز تۆۋەن تېزلىكتە ھەرىكەت قىلىۋاتقان دۇنيادا ياشاۋاتىمىز، شۇڭا تەبىئىي ھالدىلا كلاسسىك ۋاقىت — بوشلۇق كۆزقارىشىنى قوبۇل قىلىمىز. ئىلگىرى ھېچكىم بوشلۇق بىلەن ۋاقىتنىڭ خۇسۇسىيىتىنى ئاڭلىق ھالدا نەزەرگە ئېلىپ باققان ئەمەس. پەقەت يېڭى تەجرىبە پاكىتلىرى كەلتۈرۈپ چىقارغان خۇلاسىلەر ئەنئەنىۋى كۆزقاراشلار بىلەن بىردەك بولمىغاندىلا، ئاندىن كىشىلەر ئىلگىرىكى بوشلۇق ۋە ۋاقىتقا بولغان تونۇشلىرىنى قايتا مۇلاھىزە قىلىپ كۆرگەن. ئىلىم - پەننىڭ تەرەققىي قىلىشى ۋە كىشىلەرنىڭ تەبىئەتكە بولغان تونۇشى مۇشۇنداق قەدەممۇ قەدەم ئىلگىرىلىگەن. يېڭى پەنلەر كلاسسىك فىزىكىنى پۈتۈنلەي ئىنكار قىلىۋەتمەيدۇ، كلاسسىك فىزىكا تەجرىبە ئاساسىدا تىكلەنگەن، ئۇنىڭ خۇلاسىلىرى يەنە كېلىپ سانسىزلىغان تەجرىبىلەرنىڭ سىنىقىدىن ئۆتكەن. گەرچە نىسپىيلىك نەزەرىيىسى تېخىمۇ ئومۇمىيلىققا ئىگە بولسىمۇ، ئەمما كلاسسىك فىزىكا تۆۋەن تېزلىكتە ھەرىكەت قىلغاندىكى ئالاھىدە مىسال سۈپىتىدە ئۆزىنىڭ ئۈنۈملۈك كېلىش دائىرىسىدە يەنىلا رول ئوينايدۇ.

نىسپىيلىك نەزەرىيىسى ۋە ئۇنىڭ بارلىققا كېلىشىنىڭ ئارقا كۆرۈنۈشى، تەرەققىيات تارىخىنى تونۇشتۇرىدىغان نۇرغۇن باشلانغۇچ ۋە ئوتتۇرا دەرىجىلىك پەننى ئومۇملاشتۇرۇش كىتابلىرى، مەسىلەن، ئېينشتېين بىلەن ئىنفېلد بىرلىكتە يازغان «فىزىكىنىڭ تەدرىجىي تەرەققىياتى» ئېينشتېين يازغان «تار مەنىدىكى ۋە كەڭ مەنىدىكى نىسپىيلىك نەزەرىيىلىرى ھەققىدە ئاددىي بايان»، خوككىنگ يازغان «ۋاقىتنىڭ قىسقىچە تارىخى» قاتارلىقلار ئۆز ئالدىغا ئالاھىدىلىكلەرگە ئىگە. ئوقۇغۇچىلار بۇلارنى تېپىپ ئوقۇسا بولىدۇ.

2 - مەشق

(1) A، B، C لار تامامەن ئوخشاش ئۈچ سائەت بولۇپ، A يەر يۈزىگە قويۇلغان، B، C لار ئايرىم - ئايرىم ئىككى راكېتاغا قويۇلۇپ، v_B ۋە v_C تېزلىكتە ئوخشاش بىر يۆنىلىشكە قارىتىپ ئۇچۇرۇلغان، $v_B < v_C$ بولسا، يەر يۈزىدىكى كۆزەتكۈچى قايسى سائەتنىڭ مېڭىشىنى ئەڭ ئاستا، قايسى سائەتنىڭ مېڭىشىنى ئەڭ تېز دەپ قارايدۇ؟

(2) 8km/s تېزلىكتە يۈرۈۋاتقان سۈنئىي ھەمراھتىكى بىر ساق قول سائىتى 1min ماڭغان بولسا، يەر يۈزىدىكى ئادەم قول سائىتى بۇ 1min نى مېڭىشتا «ئەمەلىيەت»تە قانچىلىك ۋاقىت سەرپ قىلغان دەپ قارايدۇ؟ بۇ مەسىلە ئارقىلىق شۇنى كۆرەلەيمىزكى، سۈنئىي ھەمراھنىڭ مۇشۇنداق تېز سۈرئەتتە ئۇچۇشىمۇ نىسپىيلىك نەزەرىيىسى ئېففېكتى ھېچنېمىگە ئەرزىمەس بولىدۇ.

(3) تىنچ ھالەتتىكى ئۇزۇنلۇقى 30m بولغان بىر راكېتا 3km/s تېزلىكتە كۆزەتكۈچىنىڭ يېنىدىن سۈركىلىپ دېگۈدەك ئۆتۈپ كەتكەندە، كۆزەتكۈچى ئۆلچەپ چىققان راكېتانىڭ ئۇزۇنلۇقى قانچىلىك بولۇشى كېرەك؟ راكېتادىكى ئادەم ئۆلچەپ چىققان راكېتانىڭ ئۇزۇنلۇقى قانچىلىك بولۇشى كېرەك؟ ئەگەر راكېتانىڭ تېزلىكى يورۇقلۇق تېزلىكىنىڭ ئىككىدىن بىرى بولسىچۇ؟

تار مەنىدىكى نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنىڭ باشقا خۇلاسىلىرى

بۇ پاراگرافتا تار مەنىدىكى نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنىڭ مۇھىم ئۈچ خۇلاسىسىنى كەلتۈرۈپ چىقارماستىن، بەلكى بىۋاسىتە ئېلىپ كىرىمىز.

نىسپىيلىك نەزەرىيىسىدىكى تېزلىكلەرنىڭ قوشۇلۇش فورمۇلىسى يەنىلا يۇقىرى تېزلىكتىكى پويىزنى مىسالغا ئالىمىز. پويىزنىڭ يەر يۈزىگە نىسبەتەن تېزلىكى v، پويىزدىكى ئادەم u' تېزلىكتە پويىزنىڭ ئىلگىرىلەش يۆنىلىشى بويىچە پويىزغا نىسبەتەن ھەرىكەت قىلىدۇ، دەپ پەرەز قىلغاندا، ئۇنىڭ يەر يۈزىگە نىسبەتەن تېزلىكى u مۇنداق بولىدۇ:

$$u=\frac{u'+v}{1+\frac{u'v}{c^2}} \qquad (1)$$

ئەگەر پويىزدىكى ئادەمنىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشى پويىزنىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشىگە قارىمۇقارشى بولسا، u' مەنپىي قىممەت ئالىدۇ. بۇ ئىككى تېزلىكنىڭ يۆنىلىشى تىك بولغاندا ياكى بۇلۇڭ ھاسىل قىلغاندا، ئىپادە (1) مۇۋاپىق كەلمەيدۇ. بۇنداق ئەھۋال بۇ كىتابتا مۇھاكىمە قىلىنمايدۇ.

كلاسسىك ۋاقىت — بوشلۇق كۆزقارىشى بويىچە $u=u'+v$ بولىدۇ، ئەمما ئىپادە (1) دىن قارىغاندا، ئەمەلىيەتتە ئادەمنىڭ يەر يۈزىگە بولغان تېزلىكى u بولسا u' بىلەن v نىڭ يىغىندىسىدىن كىچىك بولىدۇ. بىراق u' بىلەن v نىڭ چوڭلۇقى c بىلەن سېلىشتۇرغىدەك بولغاندىلا ئاندىن بۇ پەرقنى كۆزەتكىلى بولىدۇ.

تار مەنىدىكى نىسپىيلىك نەزەرىيىسى ھەققىدىكى پايدىلىنىش كىتابلىرىدا ئادەتتە v ئارقىلىق ئىككى پايدىلىنىش سىستېمىسىنىڭ نىسپىي تېزلىكى ئىپادىلىنىدۇ. شۇڭا ئارىلىشىپ كېتىشتىن ساقلىنىش ئۈچۈن، جىسىمنىڭ پايدىلىنىش سىستېمىسىغا نىسبەتەن ھەرىكەت تېزلىكى u ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ.

ئىپادە (1) دىن شۇنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى، ئەگەر u' بىلەن v ناھايىتى چوڭ بولسا، مەسىلەن، يورۇقلۇق تېزلىكىگە ئىنتايىن يېقىنلاشسا، ئۇلارنىڭ يىغىندى تېزلىكى يەنىلا يورۇقلۇق تېزلىكىدىن ئېشىپ كېتەلمەيدۇ. دېمەك، يورۇقلۇق تېزلىكى تېزلىكلەرنىڭ چېكى ھېسابلىنىدۇ. ئۇنىڭدىن باشقا $u'=c$ بولغاندا، v مەيلى قانداق قىممەت ئالسۇن، ھامان $u=c$ بولىدۇ. بۇ شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى، ئوخشاش بولمىغان پايدىلىنىش سىستېمىلىرىدىن كۆزەتكەندە، يورۇقلۇق تېزلىكى ھەممىسىدە ئوخشاش بولىدۇ. بۇ نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنىڭ ئىككىنچى پەرىزى بىلەن بىردەك بولىدۇ.

نىسپىيلىك نەزەرىيىسىدىكى ماسسا نيۇتون مېخانىكىسىغا ئاساسەن، جىسىمنىڭ ماسسىسى ئۆزگەرمەيدۇ. شۇڭا بەلگىلىك كۈچ جىسىمغا تەسىر قىلغاندا ھاسىل بولغان تېزلىنىشمۇ بەلگىلىك بولىدۇ، شۇنىڭ بىلەن يېتەرلىك ۋاقىت ئۆتكەندىن كېيىن جىسىم خالىغان چوڭلۇقتىكى تېزلىككە يېتەلەيدۇ. ئەمما نىسپىيلىك نەزەرىيىسىدىكى تېزلىكلەرنىڭ قوشۇلۇش فورمۇلىسى بىزگە جىسىملارنىڭ ھەرىكەت تېزلىكىنىڭ چەكسىز ئېشىۋەرمەيدىغانلىقىنى ئېيتىپ بەردى. بۇ زىددىيەت بىزنىڭ جىسىمنىڭ ماسسىسى جىسىمنىڭ تېزلىكىگە ئەگىشىپ چوڭىيامدۇ؟ دەپ مۇلاھىزە قىلىشىمىزغا ئىلھام بېرىدۇ. قاتتىق تەلەپ بويىچە ئېلىپ بېرىلغان ئىسپاتلاشلار بۇ نۇقتىنى (چوڭىيىدىغانلىقىنى) ئىسپاتلىدى. ئەمەلىيەتتە جىسىمنىڭ v تېزلىكتە ھەرىكەت قىلغاندىكى ماسسىسى m بىلەن ئۇنىڭ تىنچ تۇرغاندىكى ماسسىسى m_0 ئارىسىدا تۆۋەندىكىدەك مۇناسىۋەت مەۋجۇت:

$$m_0 \qquad (2)$$

مىكرو زەررىچىنىڭ ھەرىكەت تېزلىكى ناھايىتى يۇقىرى بولغاندا، ئۇنىڭ ماسسىسى تىنچ ھالەتتىكى ماسسىسىدىن روشەن ھالدا چوڭ بولىدۇ، بۇ ھادىسىنى چوقۇم نەزەرگە ئېلىش كېرەك. مەسىلەن، ئايلانما تېزلەتكۈچتە تېزلىتىلگەن زەررىچىنىڭ تېزلىكى چوڭايغاندىن كېيىن ماسسىسى چوڭىيىدۇ، شۇڭا چەمبەر بويىچە ھەرىكەت قىلىش دەۋرىمۇ چوڭىيىدۇ، ئۇنىڭ ھەرىكىتى D شەكىللىك قۇتىدىكى ئۆزگىرىشچان ئېلېكتر ېيسىمى بىلەن يەنە ماس قەدەملىك بولمايدۇ. شۇڭا ئايلانما تېزلەتكۈچتە زەررىچىنىڭ ئېنېرگىيىسى چەكلىنىپ قالىدۇ.

نىسپىيلىك نەزەرىيىسى ئېيىنشتېيننىڭ ئايلانما تېزلەتكۈچكە قارىتا بولىدىغان تەسىرى ھەققىدە 2 - قىسىم كىتابتىكى مۇناسىۋەتلىك مەزمۇنلار نەقىللارلاپ ئۆتۈلسە بولىدۇ.

ماسسا - ئېنېرگىيە تەڭلىمىسى نىسپىيلىك نەزەرىيىسىنىڭ يەنە بىر مۇھىم خۇلاسىسى كۆيچىلىك ئۆگىنىپ ئۆتكەن ماسسا - ئېنېرگىيە تەڭلىمىسىدىن ئىبارەت.

$$E=mc^2 \qquad (3)$$

بۇ، جىسىمنىڭ ماسسىسى بىلەن ئۇ ئىگە بولغان ئېنېرگىيىنىڭ مۇناسىۋىتىنى ئىپادىلەپ بېرىدۇ. جىسىمنىڭ ھەرىكەت قىلغاندىكى ئېنېرگىيىسى E بىلەن تىنچ تۇرغاندىكى ئېنېرگىيىسى E_0نىڭ ئايرىمىسى جىسىمنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى E_kدىن ئىبارەت بولىدۇ.

$$E_k=E-E_0$$

ئىپادە (2)گە بىرلەشتۈرۈپ، شۇنىڭ بىلەن بىرۋاقىتتا $\frac{v}{c}<<1$ بولغاندىكى تۆۋەندىكى تەقرىبىي مۇناسىۋەت

$$\left[1-\left(\frac{v}{c}\right)^2\right]^{-\frac{1}{2}}\approx 1+\frac{1}{2}\left(\frac{v}{c}\right)^2$$

نەزەرگە ئېلىنسا، تۆۋەندىكىنى بىلگىلى بولىدۇ:

$$E_k=E-E_0=\frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}}-m_0c^2\approx\frac{1}{2}m_0v^2.$$

مانا بۇ بىزگە ئىلگىرى تونۇشلۇق بولغان ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىنىڭ ئىپادىسى. بۇ نەتىجە بىزگە نيۇتون مېخانىكىسىنىڭ نىسپىيلىك نەزەرىيىسى مېخانىكىسىنىڭ $v\ll c$ بولغاندىكى ئالاھىدە مىسالى ئىكەنلىكىنى يەنە بىر قېتىم كۆرسەتتى.

3 - مەشىق

(1) ئىككى دانە ئېلېكترون بىر - بىرىگە قارىتا ھەرىكەت قىلىدۇ، ھەربىر دانە ئېلېكتروننىڭ تەجرىبىخانىغا نىسبەتەن تېزلىكى $\frac{4}{5}c$ بولسا، ئۇلارنىڭ نىسپىي تېزلىكى قانچە بولىدۇ؟ تەجرىبىخانىدا كۆزىتىپ ئۆلچىگەندە ھەربىر دانە ئېلېكتروننىڭ ماسسىسى قانچە بولىدۇ؟ بۇ مىسال ۋە كېيىنكى مىسالدىكى ھېسابلاش نەتىجىسىدىكى يورۇقلۇق تېزلىكى c بىلەن ئېلېكتروننىڭ تىنچ ھالەتتىكى ماسسىسى m_eنىڭ سانلىق قىممىتىنى ئورنىغا قويۇش ھاجەتسىز.

(2) يۇقىرىقى مىسالدا، تەجرىبىخانىدا كۆزىتىپ ئۆلچىگەندىكى ئىككى دانە ئېلېكتروننىڭ ئومۇمىي ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى قانچە؟ بىر دانە ئېلېكتروننى پايدىلىنىش سىستېمىسى قىلغاندا، ئىككى دانە ئېلېكتروننىڭ ئومۇمىي ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى يەنە قانچە بولىدۇ؟ ھېسابلىغاندا ئېلېكتروننىڭ ھەرىكەت قىلغاندىكى ئېنېرگىيىسىدىن تىنچ تۇرغاندىكى ئېنېرگىيىسىنى ئېلىۋەتسە، ئېلېكتروننىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى كېلىپ چىقىدۇ.

فىزىكا تەتقىقاتىدا دائىم يۇقىرى تېزلىكتىكى زەررىچىلەرنىڭ ئۆزئارا سوقۇلۇشىدىن پايدىلىنىلىدۇ. بۇ مىسال

ئارقىلىق شۇنى كۆرەلەيمىزكى ، ئۇزئارا سوقۇلۇشقان زەررىچىلەرنى ھالقىلىق نىسپىي تېزلىككە تېگە قىلىش ئۈچۈن بىرلا ۋاقىتتا ئىككى دەستە زەررىچىنى تېزلىتىپ ، ئۇلارنى ئۇدۇلمۇ ئۇدۇل سوقۇلۇشتۇرىمىز ؛ بۇنداقتا كېرەكلىك ئېنېرگىيە بىر دەستە زەررىچىنى تېزلىتىپ ، ئاندىن ئۇنى تىنچ تۇرغان نىشانغا سوقۇش ئۈچۈن كېرەكلىك ئېنېرگىيىدىن ئاز بولىدۇ . شۇڭا بۇنى تېخنىكا جەھەتتىن ئاسان ئەمەلگە ئاشۇرغىلى بولىدۇ . ماتا بۇ نېمە ئۈچۈن بۇرۇندىن ئىشلىتىلىۋاتقان ئادەتتىكى تېزلەتكۈچلەرنى ئىشلەتمەي ، بەلكى زەررىچە توقۇنۇشتۇرغۇچنى ئىشلىتىشنىڭ سەۋەبى .

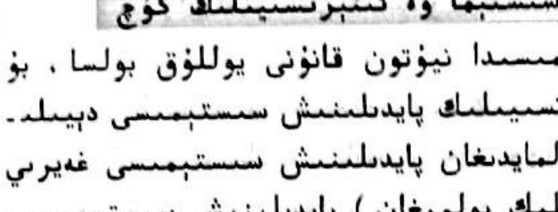
(3) ئەسلىدە تىنچ تۇرغان بىر دانە ئېلېكترونغا 100V لۇق ئېلېكتر بېسىمىدا تېزلەتكەندىن كېيىن ، ئۇنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى قانچە بولىدۇ ؟ ماسسىسى قانچە پىرسەنت ئۆزگىرىدۇ ؟ تېزلىكى قانچە بولىدۇ ؟ بۇ چاغدا فورمۇلا $E_k=\frac{1}{2}m_0v^2$ دىن پايدىلىنىشقا بولامدۇ ؟

§4 . ئىنېرتسىيىلىك كۈچ ، ئىنېرتسىيىلىك ماسسا ۋە تارتىشىش كۈچ ماسسىسى

غەيرىي ئىنېرتسىيىلىك سىستېما ۋە ئىنېرتسىيىلىك كۈچ

ئىنېرتسىيىلىك سىستېما ۋە غەيرىي ئىنېرتسىيىلىك سىستېما ھەققىدە ئالىي مەكتەپ تەييارلىق قىسىم كىتابىدىكى مۇناسىۋەتلىك مەزمۇنلارنى تەكرارلاڭ .

ئەگەر بىر پايدىلىنىش سىستېمىسىدا نيۇتون قانۇنى يوللۇق بولسا ، بۇ پايدىلىنىش سىستېمىسى ئىنېرتسىيىلىك پايدىلىنىش سىستېمىسى دېيىلىدۇ ، نيۇتون قانۇنى يوللۇق بولمايدىغان پايدىلىنىش سىستېمىسى غەيرىي ئىنېرتسىيىلىك (ئىنېرتسىيىلىك بولمىغان) پايدىلىنىش سىستېمىسى بولىدۇ . مەسىلەن ، تۈپتۈز رېلىستا كېتىۋاتقان پويىزدا بىر گورىزونتال كىچىك ئۈستەل بار بولۇپ ، ئۈستەل ئۈستىدە بىر كىچىك شارچە بار بولسۇن . ئەگەر پويىز ئالدىغا قارىتا تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلسا ، شارچە پويىزغا نىسبەتەن كەينىگە قارىتا تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلىدۇ (7.23-رەسىم) . پويىزنى پايدىلىنىش سىستېمىسى قىلغاندا ، شارچە كەينىگە قارىتا بولغان كۈچكە ئۇچرىمايدۇ ، ئەمما كەينىگە قارىتا بولغان تېزلىنىش ھاسىل قىلىدۇ . شۇڭا تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلىۋاتقان پويىزنى پايدىلىنىش سىستېمىسى قىلغاندا نيۇتوننىڭ قانۇنىنى قوللىنىشقا بولمايدۇ ، تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلىۋاتقان پويىز غەيرىي ئىنېرتسىيىلىك سىستېمىدىن ئىبارەت بولىدۇ .



7.23 - رەسىم. تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلىۋاتقان پويىزدا ئەگەر پويىز پايدىلىنىش سىستېمىسى قىلىنسا، شارچە كەينىگە قارىتا كۈچكە ئۇچرىمىسىمۇ، كەينىگە قارىتا تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلىدۇ.

ئەمما بەزىدە ئۆزگىرىشچان ھەرىكەت قىلىۋاتقان جىسىمنى پايدىلىنىش سىستېمىسى قىلغاندا ، مەسىلەرنى تەتقىق قىلىشقا ئىنتايىن قولاي بولىدۇ . مەسىلەن ، بىز دائىم يەرشارىنى پايدىلىنىش سىستېمىسى قىلىپ ئالىمىز . ئەمەلىيەتتە يەرشارىنىڭ ئۆز ئوقىدا ئايلىنىشى تۈپەيلىدىن يەر يۈزىدىكى ھەرقايسى نۇقتىلارنىڭ ھەممىسى چەمبەر بويلىما ھەرىكەت قىلىپ ، مەركەزگە ئىنتىلمە تېزلىنىشقا ئىگە بولىدۇ . شۇنىڭ ئۈچۈن قاتتىق تەلەپ بويىچە ئېيتقاندا يەر شارىنى ئىنېرتسىيىلىك پايدىلىنىش سىستېمىسى قىلىشقا بولمايدۇ ، ئۇنىڭ تەسىرى جۇغراپىيە ۋە مېتېئورولوگىيىدە (ھاۋارايى ئىلمىدە) ئىنتايىن روشەن بولىدۇ

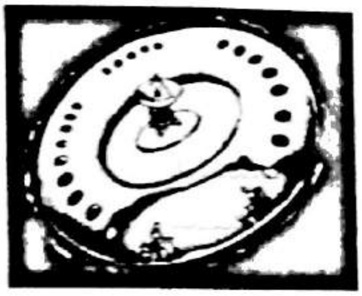
نيۇتون قانۇنىنى غەيرىي ئىنېرتسىيىلىك سىستېمىدىمۇ شەكىل جەھەتتىن يوللۇق قىلىش ئۈچۈن، فىزىكىدا شەكىل جەھەتتىكى كۈچ — ئىنېرتسىيىلىك كۈچ كىرگۈزۈلدى: a تېزلىنىش بويىچە مەلۇم بىر ئىنېرتسىيىلىك سىستېمىغا نىسبەتەن تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلىۋاتقان غەيرىي ئىنېرتسىيىلىك سىستېمىدا بارلىق جىسىملار ئادەتتىكى مەنىدىكى تەسىر كۈچلەرگە ئۇچرىغاندىن باشقا، يەنە بىر ئىنېرتسىيىلىك كۈچ F_i گە ئۇچرايدۇ، ئۇنىڭ چوڭلۇقى ma بولۇپ، يۆنىلىشى غەيرىي ئىنېرتسىيىلىك سىستېمىنىڭ تېزلىنىش يۆنىلىشىگە قارىمۇقارشى بولىدۇ. يەنى:

$$F_i = -ma. \qquad (1)$$

ئىپادىدىكى مىنۇس بەلگىسى ئىنېرتسىيىلىك كۈچ يۆنىلىشىنىڭ غەيرىي ئىنېرتسىيىلىك سىستېمىنىڭ تېزلىنىش يۆنىلىشىگە قارىمۇقارشى ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ، m بولسا جىسىمنىڭ ماسسىسى.

ئىپادە (1) ئىنېرتسىيىلىك كۈچنىڭ ئېنىقلىما ئىپادىسى بولۇپ، فورمىسى نيۇتوننىڭ 2- قانۇنىنىڭ ئىپادىسىگە ئوخشاپ كېتىدۇ. بۇلارنى ئارىلاشتۇرۇۋېلىشتىن قويماسلىق كېرەك.

ئىنېرتسىيىلىك كۈچ ئۇقۇمى بار بولغاندىن كېيىن، 23 .7- رەسىمدە پويىزنى پايدىلىنىش سىستېمىسى قىلىپ ئالغاندا، شارچە كەينىگە قارىتا بولغان بىر ئىنېرتسىيىلىك كۈچنىڭ تەسىرىگە ئۇچراپ، بۇ ئىنېرتسىيىلىك كۈچنىڭ تەسىرىدە كەينىگە قارىتا تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلىدۇ دەپ قارايمىز.



23 .8- رەسىم

تېزلىنىشچان ئۆرلەۋاتقان لىفتنى پايدىلىنىش سىستېمىسى قىلغاندا، لىفتتا چۈشكەن ئادەم ئېغىرلىق كۈچكە ئۇچرىغاندىن باشقا، يەنە تۆۋەنگە قارىتا بولغان ئىنېرتسىيىلىك كۈچكە ئۇچرايدۇ، ئېغىرلىق كۈچ بىلەن ئىنېرتسىيىلىك كۈچنىڭ يىغىندى كۈچى ئادەمدە ئېغىرلىق ئېشىپ كەتكەنلىكنى ھېس قىلدۇرىدۇ دەپ قاراشقا بولىدۇ.

21 - ئەسىردە ئالەم ئۇچقۇچىلىرى ئالەم بوشلۇق پونكىتىدا ئۇزاق مەزگىل ياشايدۇ. ئېغىرلىقنى يوقىتىپ قويۇشتىن كېلىپ چىقىدىغان پايدىسىز تەسىرنى يېڭىش ئۈچۈن، لايىھىلىنىۋاتقان بىرخىل ئالەم بوشلۇق پونكىتى قارىماققا چوڭ چاقىغا ئوخشايدۇ (23 .8 - رەسىم). ئۇ ئوقنى چۆرگىلەپ ئايلىنىدۇ، ئۇنىڭدىكى ھەربىر نۇقتىنىڭ ئايلىنىش ئوقىغا يۆنەلگەن مەركەزگە ئىنتىلمە تېزلىنىشى بولىدۇ. شۇڭا ئالەم بوشلۇق پونكىتىنى پايدىلىنىش سىستېمىسى قىلغاندا، ئۇنىڭ بىلەن بىللە ئايلىنىۋاتقان جىسىملار ئايلىنىش ئوقىدىن ئايرىلغان يۆنىلىشتىكى ئىنېرتسىيىلىك كۈچكە ئۇچرايدۇ. مانا بۇ ئاتالمىش سۈنئىي ئېغىرلىق كۈچى. ئۇ يەردىكى ئالەم ئۇچقۇچىلىرىنىڭ «ئۈستى» دېگىنى ئەمەلىيەتتە ئايلىنىش ئوقىنىڭ يۆنىلىشىدىن ئىبارەت.

ئىنېرتسىيىلىك ماسسا ۋە تارتىشىش كۈچ ماسسىسى بىر ئالەم كېمىسى مەلۇم بىر سەييارىنىڭ سىرتقى يۈزىدە توختاپ تۇرغان بولۇپ، ئالەم ئۇچقۇچىسى قولى بىلەن بىر جىسىمنى تۆۋەنگە ئەركىن چۈشۈرۈپ، ئۇ يەردىكى جىسىمنىڭ ئەركىن چۈشۈش تېزلىنىشىنىڭ g بولىدىغانلىقىنى ئۆلچەپ چىققان دەپ پەرەز قىلىمىز (23 .9 - رەسىم A). ئۇنىڭدىن كېيىن يەنىلا مۇشۇ ئالەم كېمىسى ھەرقانداق يۇلتۇزدىن يىراق بوشلۇقتا ئۇچسا، ئۇ ئۇچرىغان تارتىشىش كۈچىنى ھېسابقا ئالمىسىمۇ بولىدۇ. ئەگەر بۇ چاغدا ئالەم كېمىسى تېزلىنىش g **بويىچە تەكشى** تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلسا، ئالەم ئۇچقۇچىسى ئوخشاشلا كېمە بۆلۈمىچىسى ئىچىدىكى جىسىمنىڭ ئالەم كېمىسىگە نىسبەتەن ئەركىن چۈشۈش تېزلىنىشى g بولىدىغانلىقىنى ئۆلچەپ چىقالايدۇ (23 .9 - رەسىم B). ئەگەر ئالەم كېمىسى پايدىلىنىش سىستېمىسىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ، بىز شۇنداق ئىپتىلايمىزكى، بىرىنچى قېتىمدا سەييارىنىڭ تارتىشىش كۈچى جىسىمنىڭ تېزلىنىشىنى، ئىككىنچى قېتىمدا جىسىم ئىنېرتسىيىلىك كۈچكە ئۇچراش تۈپەيلىدىن

جىسىم ئىنېرتسىيىگە ئىگە بولغانلىقى، ئاندىن ئىنېرتسىيىلىك كۈچ مەۋجۇت بولىدۇ. شۇڭا ئۈچۈن ئىپادە (1)دىكى m ئىنېرتسىيىلىك ماسسا دەپ ئاتىلىشى كېرەك.

ئوخشاشلا تېزلىنىش ھاسىل قىلىدۇ .

A . ئالەم كېمىسى سەييارە ئۈستىدە تىنچ تۇرغان

B . ئالەم كېمىسى تارتىشىش كۈچىگە ئۇچرىمىغان . ئەمما تېزلىنىش بىلەن ئۇچقان

9.23 - رەسىم . تارتىشىش كۈچى ۋە ئىنېرتسىيىلىك كۈچىنىڭ ھەرئىككىسى جىسىمنى تۆۋەنگە ئەركىن چۈشۈرەلەيدۇ

بىزگە مەلۇم ، جىسىم ئۇچرىغان تارتىشىش كۈچى جىسىمنىڭ ماسسىسى بىلەن ئوڭ تاناسىپ ، جىسىم ئۇچرىغان ئىنېرتسىيىلىك كۈچمۇ جىسىمنىڭ ماسسىسى بىلەن ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ . ئەگەر ئايرىم - ئايرىم بۇ ئىككى ماسسىنى تارتىشىش كۈچ ماسسىسى ۋە ئىنېرتسىيىلىك ماسسا دەپ ئاتىساق ، 9.23 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەن پاكىت بىزگە ، بۇ ئىككى خىل ماسسىنىڭ ئەمەلىيەتتە پەرقلەنمەيدىغانلىقىنى ئىپتىپ بېرىدۇ . ئەمەلىيەتتە تا ھازىرغا قەدەر بارلىق تەجرىبە تەتقىقاتلىرى بۇلارنىڭ پەرقىنى تاپالمىدى .

ئىنېرتسىيىلىك ماسسا بىلەن تارتىشىش كۈچ ماسسىسىنىڭ ئۆزئارا تەڭ بولۇشىدىن ئىبارەت بۇ پاكىت بىزگە مۇنداق كۆرسەتمە بېرىدۇ : تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلىۋاتقان پايدىلىنىش سىستېمىسى بىلەن ئالەملىك تارتىشىش كۈچىنىڭ ئارىسىدا مەلۇم خىل چوڭقۇر مۇناسىۋەت مەۋجۇت بولۇشى مۇمكىن .

تۆۋەنتىكى تەجرىبىلەرنىڭ ئېنىقلىشىچە ، 10^{-12} نىڭ ئېنىقلىق دائىرىسى ئىچىدە ، يەنىلا تارتىشىش كۈچ ماسسىسى بىلەن ئىنېرتسىيىلىك ماسسىنىڭ پەرقىنى كۆرگىلى بولمايدۇ .

4 - مەشىق

(1) بۇ پاراگرافتا بايان قىلىنغان چاقسىمان ئالەم بوشلۇقى پونكىتىنىڭ رادىئۇسى 50m دەپ پەرەز قىلىنسا ، ئۇنىڭ چەتلىرىدىكى ئەركىن چۈشۈش تېزلىنىشىنى يەر شارىنىڭ سىرتقى يۈزىدىكىگە ئوخشاش قىلىش ئۈچۈن ، ئالەم بوشلۇق پونكىتى مىنۇتىغا قانچە قېتىم (ئايلانما) ئايلىنىشى كېرەك ؟ ئەگەر رادىئۇسى 100m بولسىچۇ ؟

(2) 0.5g تېزلىنىشتە ئىلگىرىلەۋاتقان پويىزدىكى ئۇزۇنلۇقى l بولغان ئاددىي ماياتنىكنىڭ دەۋرى پويىز تىنچ تۇرغاندىكى دەۋرىنىڭ قانچە ھەسسىسى بولىدۇ ؟ g ئەركىن چۈشۈش تېزلىنىشى .

(3) يەر شارىنىڭ سىرتقى يۈزى يېنىدا ئەركىن چۈشۈش تېزلىنىشى $g=\frac{GM}{R^2}$ بولىدىغانلىقىنى ئىسپاتلاڭ . فورمۇلىدىكى G ، M ۋە R لار ئايرىم - ئايرىم ھالدا تارتىشىش كۈچ تۇراقلىقى ، يەرشارىنىڭ ماسسىسى ۋە يەرشارىنىڭ رادىئۇسى . ئىسپاتلاش جەريانىدا قايسى يەردە تارتىشىش كۈچ ماسسىسى بىلەن ئىنېرتسىيىلىك ماسسىنىڭ تەڭ بولىدىغانلىقىدىن ئىبارەت بۇ ھۆكۈمدىن پايدىلاندىڭىز ؟ سىز ئىلگىرى بۇ تۈردىكى مەسىلىلەرنى بىرتەرەپ قىلغاندا بۇ بىر نۇقتىنى ئاڭقىرالىغانمۇ ؟