

Рэспубліканская фізічная алімпіяда 2026 года (3 этап)

Эксперыментальны тур

9 клас.

1. Поўны камплект складаецца з двух заданняў, на выкананне кожнага адводзіцца дзве з паловай гадзіны. Здаваць работу варта пасля выканання абодвух заданняў. Заданні могуць быць нераўнацэннымі, таму азнаёмцеся з умовамі абедзвюх задач.

2. Азнаёмцеся з пералікам абсталявання – праверце яго наяўнасць і працаздольнасць. **Пры адсутнасці абсталявання ці сумненні ў яго працаздольнасці неадкладна звяртайцеся да прадстаўнікоў аргкамітэта.**

3. Пры афармленні работы кожную задачу і кожную яе частку пачніце з новай старонкі.

4. Усе графікі рэкамендуем будаваць на лісце міліметровай паперы, выдадзеным для выканання кожнага задання. Абавязкова пранумаруйце і падпішыце ўсе пабудаваныя графікі. Лісты міліметровай паперы ўкладзіце ў свой сшытак.

5. Падпісваць рабочыя старонкі і графікі забараняецца.

6. У ходзе работы можаце выкарыстоўваць ручкі, алоўкі, чарцёжныя прылады, інжынерны калькулятар.

7. З усімі пытаннямі, звязанымі з умовамі задач (але не з іх рашэннямі), звяртайцеся да арганізатараў.



Жадаем поспехаў у выкананні дадзеных заданняў!

Дадзены камплект заданняў змяшчае:

- тытульны ліст (1 с.);
- умовы двух заданняў (11 с., старонка 8 павінна быць раздрукавана ў 3 экзэмплярах).

Задача 9_1. Ахаладжэнне малымі порцыямі

У дадзенай задачы Вам трэба будзе даследаваць залежнасць тэмпературы цёплай вады ад колькасці дабаўленых у яе порцый халоднай вады.

Абсталяванне. Для кожнага навучэнца: каларыметр з накрыўкай і мяшалкай (без спіральнага награвальніка), тэрмометр электронны, шпрыц (60 мл), кубак з вадой пакаёвай тэмпературы (вады 0,5 л).

На кабінет: шпрыц (60 мл або 100 мл, 3–4 шт, для набору цёплай вады), ёмістасць з цёплай вадой (тэмпература 55–60 °С, аб'ём вады – 0,5 л на аднаго навучэнца), тэрмометр электронны (1 шт, для кантролю тэмпературы цёплай вады), вагі электронныя (2 шт. з адлікам да 0,1 г), гадзіннік насценны з секунднай стрэлкай або электронны гадзіннік з секундным адлікам.

Даведачныя даныя:

шчыльнасць вады $\rho_v = 1,00 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, удзельная цеплаёмістасць вады $c_v = 4,18 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$.

Падказкі. 1) Цеплаёмістасць цела можна вызначыць як здабытак масы цела на яго ўдзельную цеплаёмістасць. 2) Цеплаёмістасць сістэмы цел роўная суме цеплаёмістасцей цел, якія ўваходзяць у дадзеную сістэму.

Частка 1. Тэарэтычная. Шлях да цеплавога балансу

Увядзём абазначэнні: C_0 – цеплаёмістасць цёплай вады, C_1 – цеплаёмістасць адной порцыі халоднай вады, C_k – цеплаёмістасць унутранай шклянкі каларыметра, t_0 – пачатковая тэмпература цёплай вады, t_1 – тэмпература халоднай вады, t_n – тэмпература вады ў каларыметры пасля дабаўлення n -й порцыі халоднай вады, n – колькасць порцый халоднай вады, дабаўленых у цёплую ваду. Іншыя неабходныя велічыні ўвядзіце і апішыце самастойна.

Увага. Цеплаёмістасць унутранай шклянкі каларыметра прымаць да ўвагі. Цеплаёмістасць іншых частак каларыметра, тэрмометра і цеплавых страты не прымаць да ўвагі.

У ходзе эксперыменту вам неабходна будзе набраць у каларыметр некаторы аб'ём цёплай вады, а затым аднолькавымі порцыямі дабаўляць у яе халодную ваду і вызначаць тэмпературу сумесі пасля дабаўлення кожнай порцыі халоднай вады.

1.1 Укажыце, якія целы пры апісаным вышэй цеплаабмене аддаюць, а якія целы атрымоўваюць цеплату.

1.2 Складзіце ўраўненне цеплавога балансу для апісанага цеплаабмену, выкарыстоўваючы ўказаныя вышэй абазначэнні. **Падказка:** калі страты цяпла нязначныя, то тэмпература t_n , якая ўстанавілася, не залежыць ад таго, дабавілі n порцый халоднай вады адразу або дабаўлялі па адной порцыі.

1.3 Атрымайце ўраўненне залежнасці $t_n(n)$ тэмпературы вады ў каларыметры t_n ад колькасці дабаўленых у яе порцый халоднай вады n .

Частка 2. Эксперыментальная. Цяпло vs холад

2.1 Вымерайце тэмпературу паветра $t_{\text{пав}}$ і халоднай вады t_1 .

Рэкамендацыі. Ва ўнутранай шклянцы каларыметра ўмяшчаеца 190 мл вады. Рэкамендуеца набіраць 80 мл цёплай вады. Прадумайце, які ў вас будзе аб'ём порцый халоднай вады.

2.2 Укажыце выбраны вамі аб'ём адной порцыі халоднай вады V_1 .

Рэкамендацыі. Падрыхтуйце адразу табліцу для залежнасці, пазначанай у п. 2.3. Для памяншэння цеплавых страт каларыметр пастаянна павінен быць накрыты празрыстай накрыўкай. Устаўце ў каларыметр тэрмометр, уключыце яго. Цёплую ваду набірайце шпрыцам, які знаходзіцца на стала ў арганізатараў алімпіяды (ваш шпрыц для халоднай вады), і ўлівайце яе ў каларыметр праз адтуліну, якая закрываецца сіненькай накрыўкай. Пасля таго як набралі цёплую ваду, адразу закрыйце гэтую адтуліну. Вярнуўшыся на працоўнае месца, адразу пачынайце выконваць эксперымент. Па адной порцыі дабаўляйце халодную ваду. Два – тры разы перамяшайце ваду мяшалачкай. Сачыце за паказчыкамі тэрмометра, калі паказчыкі 5–6 секунд не змяняюцца, то запісвайце значэнне тэмпературы ў табліцу. Гэты інтэрвал часу адлічвайце ў думках. Халодную ваду залівайце праз адтуліну, у якую ўлівалі цёплую ваду. Не забывайце закрываць гэтую адтуліну накрыўкай. Пры дастатковай кемлівасці эксперымент можна правесці за 5–6 мінут.



Мал.1

2.3 Укажыце набраны вамі аб'ём цёплай вады V_0 . Даследуйце залежнасць $t_n(n)$ эксперыментальна. Вынікі адлюструйце таблічна і графічна.

2.4 Лінеарызуйце ўраўненне, атрыманае вамі ў п. 1.3. **Падказка:** ад абедзвюх частак ураўнення, атрыманага ў п. 1.3, трэба адняць t_1 і выканаць некаторыя пераўтварэнні. Укажыце, якія велічыні ў атрыманым вамі лінеарызаваным ураўненні будуць аналагічныя велічыням y , b , a , x у лінейным ураўненні

$$y = b + ax \quad (1).$$

2.5 Пабудуйце графік лінеарызаванай залежнасці $t_n(n)$.

2.6 На аснове вынікаў эксперыменту вызначце тэмпературу t_0 цёплай вады перад дабаўленнем першай порцыі халоднай вады. Вылічыце хібнасці.

2.7 Выразіце цеплаёмістасць унутранай шклянкі каларыметра C_k праз цеплаёмістасць адной порцыі халоднай вады C_1 . Вылічыце цеплаёмістасць C_k . Вызначце з дапамогай вагаў масу ўнутранай шклянкі каларыметра m_k . Вызначце ўдзельную цеплаёмістасць металу, з якога зроблена ўнутраная шклянка каларыметра. Хібнасці ў гэтым пункце вылічваць не трэба.

2.8 Якой была б тэмпература вады ў каларыметры, калі б у яго можна было дабавіць 20,0 порцый халоднай вады, пры ўмове, што аб'ём цёплай вады быў бы такі ж, як у вашым эксперыменце? Хібнасці вылічваць не трэба.

Частка 3. Ацэнка цеплавых страт

Хоць у частцы 1 было ўказана, што не трэба прымаць да ўвагі цеплавые страты, але ўсё ж цеплавые страты адбываюцца.

3.1 З якога моманту ў вашым эксперыменце трэба ўлічваць цеплавые страты?

3.2 Прапануйце спосаб і выканайце ацэнку долі k цеплавых страт у вашым эксперыменце. Калі неабходна, то правядзіце патрэбны для гэтага эксперымент.

Задача 9_2. Празрысты цыліндр

Абсталяванне: лазер, крыніца току для лазера, трымальнік для лазера, экран, лінейка (15–20 см), цыліндрычная танкастенная шклянкі, на $\frac{3}{4}$ запоўненая вадой (знешні дыяметр шклянкі 4,0 см), мерная стужка, надрукаваная на лісце А4 акружнасць-транспарцір з сектарамі праз 10° (3 шт), лісты з надрукаванай акружнасцю і паказанымі прамянямі (А4, да пункта 3.1 – 1 шт, да пункта 3.2 – 1 шт), міліметровая папера А5 (1 шт), транспарцір чарчэжны, аловак.

У дадзенай задачы Вам трэба будзе даследаваць праходжанне паралельнага пучка праменяў праз цыліндрычную шклянку з вадой. Усе часткі задачы можна выконваць незалежна адна ад адной. Для паспяховага выканання асноўнай часткі задачы ўспомнім з'явы абіцця і праламлення святла.

Частка 1. Паўтарэнне

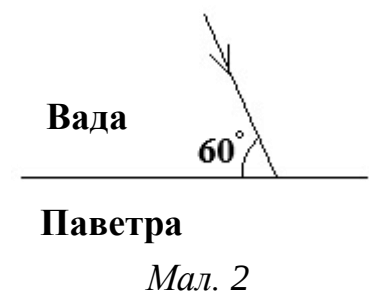
1.1 Светлавый прамень падае на мяжу падзелу двух асяроддзяў: паветра – вада (мал. 1). Пакажыце ход адбітага і праламленага праменяў. Пакажыце вугал падзення α , вугал адбіцця β , вугал праламлення γ .

Падказка: пры пераходзе святла з паветра ў ваду для вуглоў падзення і праламлення выконваецца роўнасць:
$$\sin \alpha = \frac{4}{3} \sin \gamma.$$



1.2 Светлавый прамень падае на мяжу падзелу двух асяроддзяў: вада – паветра (мал. 2). Пакажыце ход адбітага і праламленага праменяў. Пакажыце вугал падзення α , вугал адбіцця β , вугал праламлення γ .

Падказка: пры пераходзе святла з вады ў паветра для вуглоў падзення і праламлення выконваецца роўнасць:
$$\sin \alpha = \frac{3}{4} \sin \gamma.$$

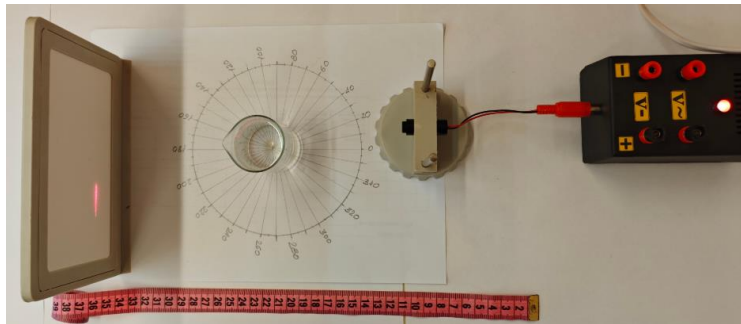


Указанне. Ход праменяў паказаць як мага дакладней (выкарыстоўвайце транспарцір). Каб па вядомым значэнні сінуса вугла вызначыць сам вугал у градусах, неабходна на інжынерным калькулятары ўвесці значэнне сінуса, затым націснуць клавішу «2nd» (або «shift»), пасля чаго націснуць клавішу, над якой напісана «sin⁻¹» (як правіла, надпіс «sin⁻¹» знаходзіцца над клавішай «sin»), на дысплэі мікракалькулятара будзе паказана значэнне вугла. Звярніце ўвагу, каб пры вылічэнні вуглоў на экране мікракалькулятара паказваўся надпіс «DEG» або

Трэці этап рэспубліканскай алімпіяды па вучэбным прадмеце «Фізіка»
2025/2026 навучальны год
«DEGREE» (не «RAD» і не «GRAD»). Гэта ўстанаўліваецца пераключальнікам
рэжымаў вымярэння вуглоў.

Частка 2. Назіранне і заштрыхоўка дуг

2.0 На двух лістах з акружнасцю-транспарцірам прамалойце алоўкам контур асновы шклянкі, цэнтр асновы шклянкі павінен супадаць з цэнтрам акружнасці. Трэці ліст з акружнасцю транспарцірам выкарыстоўвайце ў эксперыментальнай устаноўцы (мал. 3). Сабярыце эксперыментальную ўстаноўку.



Мал. 3



2.1 Накіруйце на край шклянкі з вадой светлавы пучок ад лазера (мал. 4, выгляд зверху). Прыкладна палова пучка павінна праходзіць міма шклянкі, другая палова – падаць на шклянку.

2.2. Накіруйце на шклянку з вадой светлавы пучок ад лазера (мал. 5, выгляд зверху). Лінія, уздоўж якой накіравана вось светлавога пучка, павінна праходзіць ад дыяметра шклянкі на адлегласці, роўнай палове радыуса яго асновы.

Для пунктаў 2.1 і 2.2 выканайце наступныя заданні.

А) Размяшчаючы аловак вертыкальна як мага бліжэй да шклянкі, але не соўваючы шклянку, вызначце дугі, у якіх прамені выходзяць ад паверхні шклянкі. Пакажыце гэтыя дугі штрыхоўкай на контуры шклянкі на адным з лістоў з акружнасцю-транспарцірам.

Б) Перамяшчаючы экран вакол шклянкі, па акружнасці-транспарцыры, знайдзіце дугі, у якія трапляюць прамені светлагага пучка. На тым жа лісце, які вы выкарыстоўвалі ў падпункце «А», адзначце на акружнасці штрыхоўкай дугі, у якія трапляюць прамені лазера.

В) Абзначце дугі літарамі і напішыце, з якой дугі ў якую дугу трапляюць прамені. На лісце абавязкова напішыце нумар пункта задачы, да якога адносіцца зроблены малюнак.

Частка 3. Пабудова ходу праменяў

Указанне. Не прымаць да ўвагі таўшчыню сценак шклянкі (лічыце, што прамені падаюць на паверхню вады). Акружнасць абазначае праекцыю бакавой паверхні шклянкі на плоскасць яе асновы. Маштаб малюнка павялічаны, аднак прапорцыі захаваны.

3.1 На лісце з надпісам «Да пункта 3.1» пакажыце ход восевага (цэнтральнага) і аднаго з крайніх праменяў лазернага пучка пасля пападання яго на бакавую паверхню шклянкі (прамені 1 і 2).

3.2 На лісце з надпісам «Да пункта 3.2» пакажыце ход крайніх праменяў лазернага пучка пасля пападання яго на бакавую паверхню шклянкі (прамені 3 і 4).

Частка 4. Фокус празрыстага цыліндра

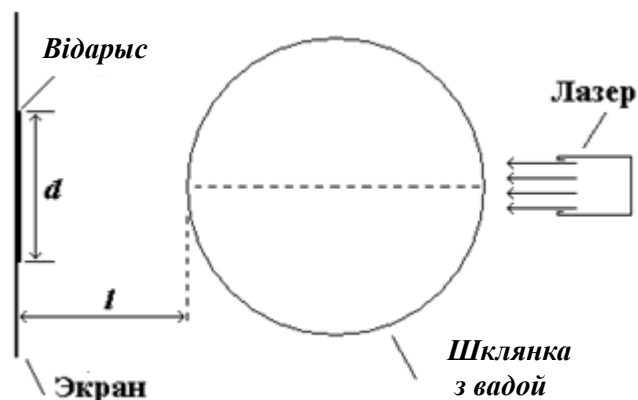
(Хібнасці ў дадзенай частцы вылічваць не трэба)

Накіруйце на шклянку з вадой светлавы пучок ад лазера (мал. 6, выгляд зверху). Лінія, уздоўж якой накіраваны пучок, павінна праходзіць праз дыяметр шклянкі.

4.1 Даследуйце залежнасць $d(l)$ шырыні пучка на экране d ад адлегласці паміж экранам і крайнім пунктам шклянкі l (гл. мал. 6). Вынікі пакажыце таблічна і графічна.

4.2 Па эксперыментальных даных вызначце матэматычны від залежнасці $d(l)$, складзіце ўраўненне дадзенай залежнасці.

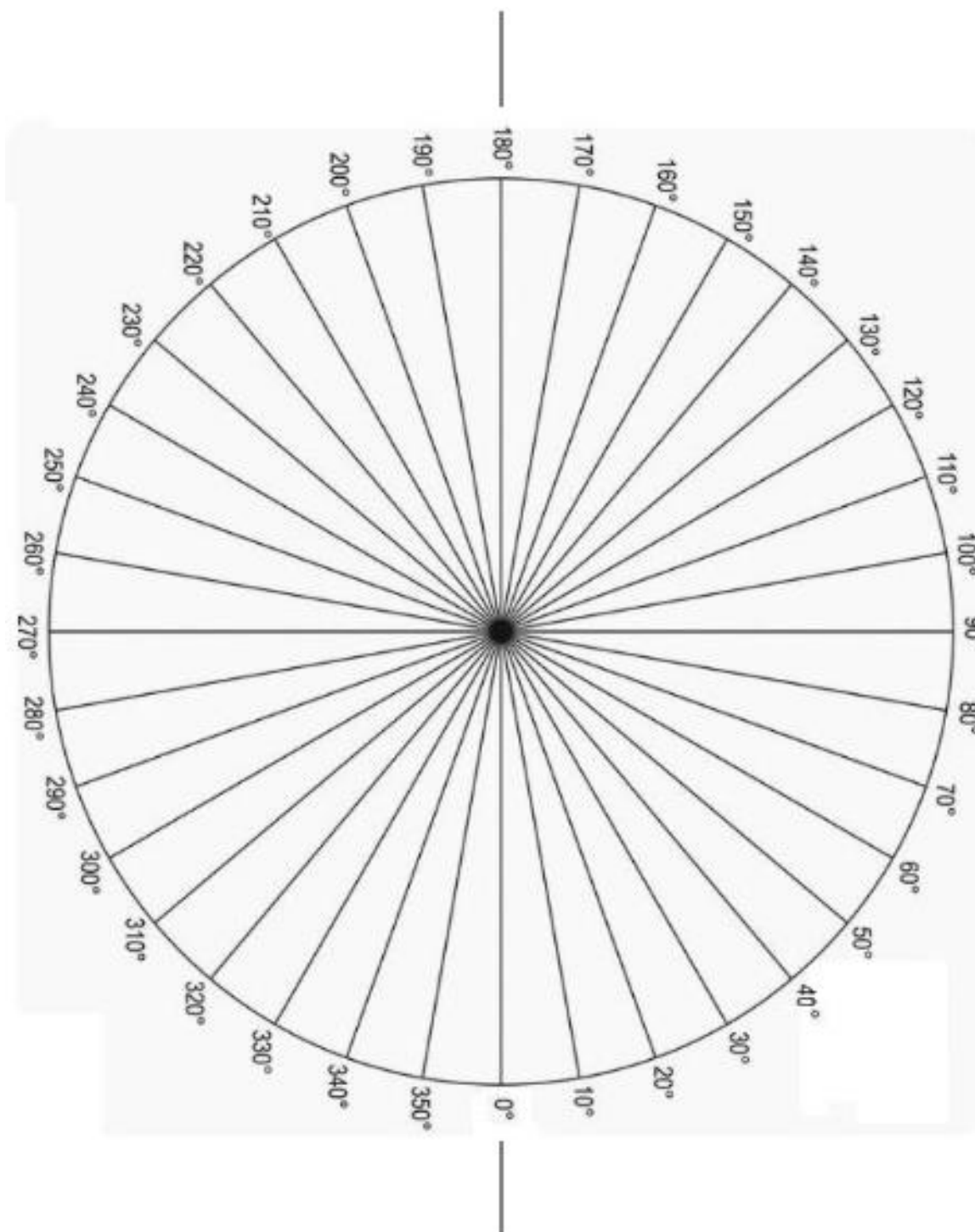
4.3 Вызначце становішча фокуса шклянкі з вадой у сістэме каардынат: цэнтр O супадае з цэнтрам акружнасці, якая абазначае контур шклянкі, вось OY – на малюнку ўверх, вось OX – да экрана ўздоўж дыяметра шклянкі.



Мал. 6

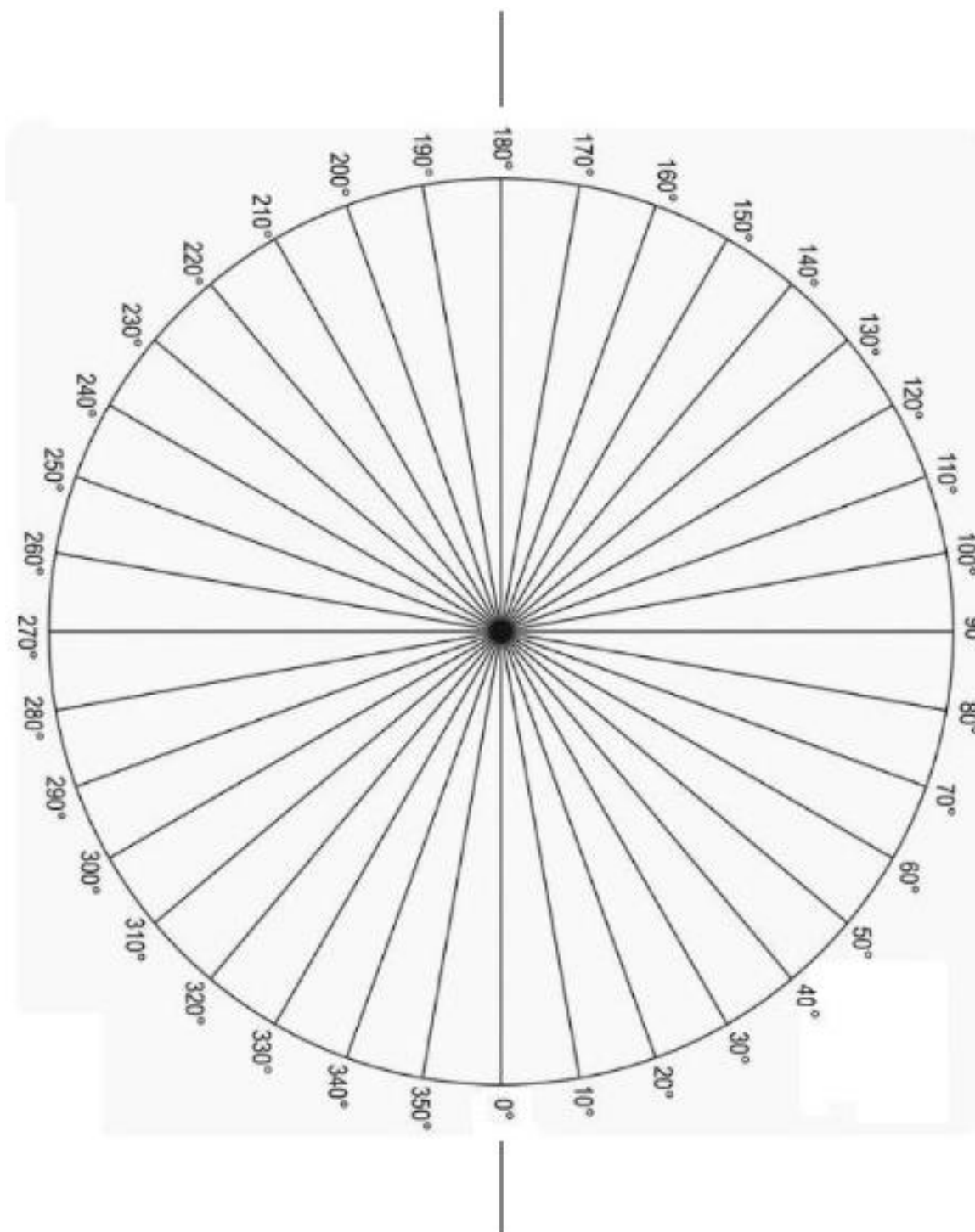
Да часткі 2 (3 шт.). Акружнасць-транспарцір

Увага! Прамень лазера накіроўваць паралельна дыяметру 0° – 180°



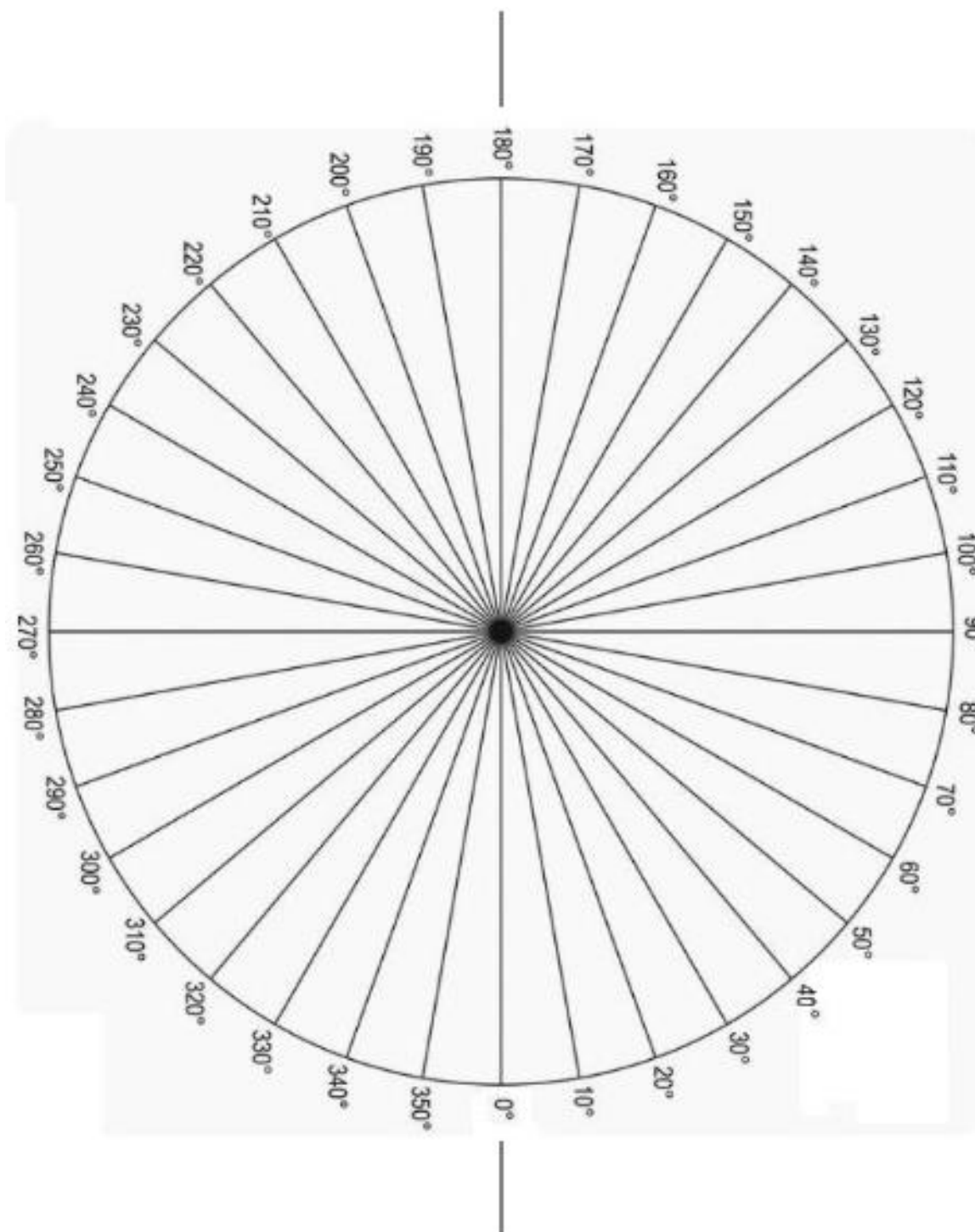
Да часткі 2. Акружнасць-транспарцір

Увага! Прамень лазера накіроўваць паралельна дыяметру 0° – 180°

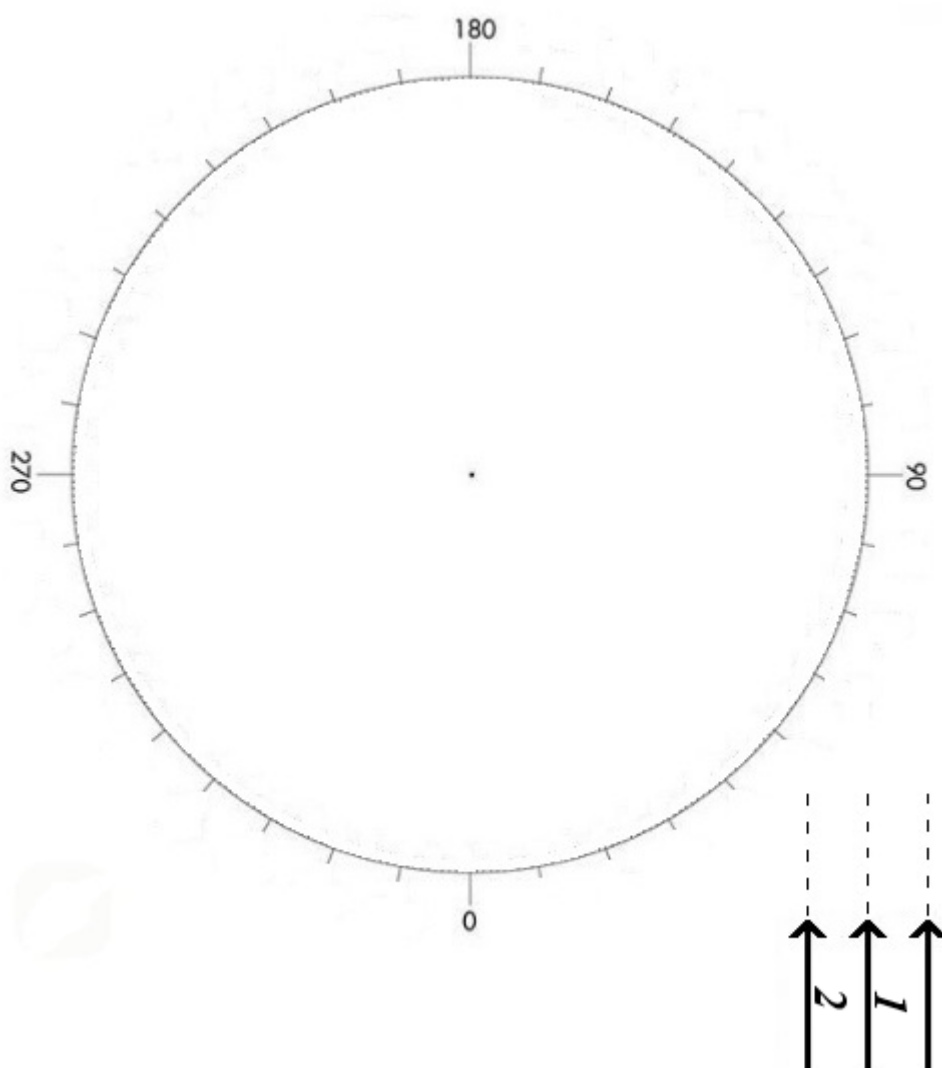


Да часткі 2. Акружнасць-транспарцір

Увага! Прамень лазера накіроўваць паралельна дыяметру $0^\circ - 180^\circ$



Да пункта 3.1. Пакажыце ход восевага і аднаго з крайніх праменяў лазернага пучка пасля пападання яго на бакавую паверхню шклянкі (прамені 1 і 2).



Да пункта 3.2. Пакажыце ход крайніх праменяў лазернага пучка пасля пападання яго на бакавую паверхню шклянкі (прамені 3 і 4).

