РГР Часть № 4

Тема: «Волновая оптика. Интерференция света»

Теоретическая часть:

1. Условия когерентности световых волн.
2. Связь оптической разности хода и разности фаз.
3. Условия наблюдения максимумов и минимумов при интерференции света.
4. Кольца Ньютона (вывод формулы для радиуса черного кольца в отраженном свете).

Практическая часть:

Вариант 1.

1. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 1,2 мкм и показателем преломления $n = 1,5$ помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2. Свет падает нормально на пластинку. Длина волны света в вакууме 0,6 мкм. Определить результат интерференции световых лучей, отраженных от верхней и от нижней поверхностей пластинки, если $n_1 < n < n_2$.

2. При наблюдении колец Ньютона в отраженном синем свете ($\lambda = 450$ нм) с помощью плоско-выпуклой линзы, положенной на плоскую пластинку, радиус первого темного кольца оказался равным $r_1 = 0,48$ мм. После замены синего светофильтра на красный был измерен радиус пятого темного кольца, оказавшийся равным $r_5 = 1,2969$ мм. Найти радиус кривизны R линзы и длину волны λ красного света.

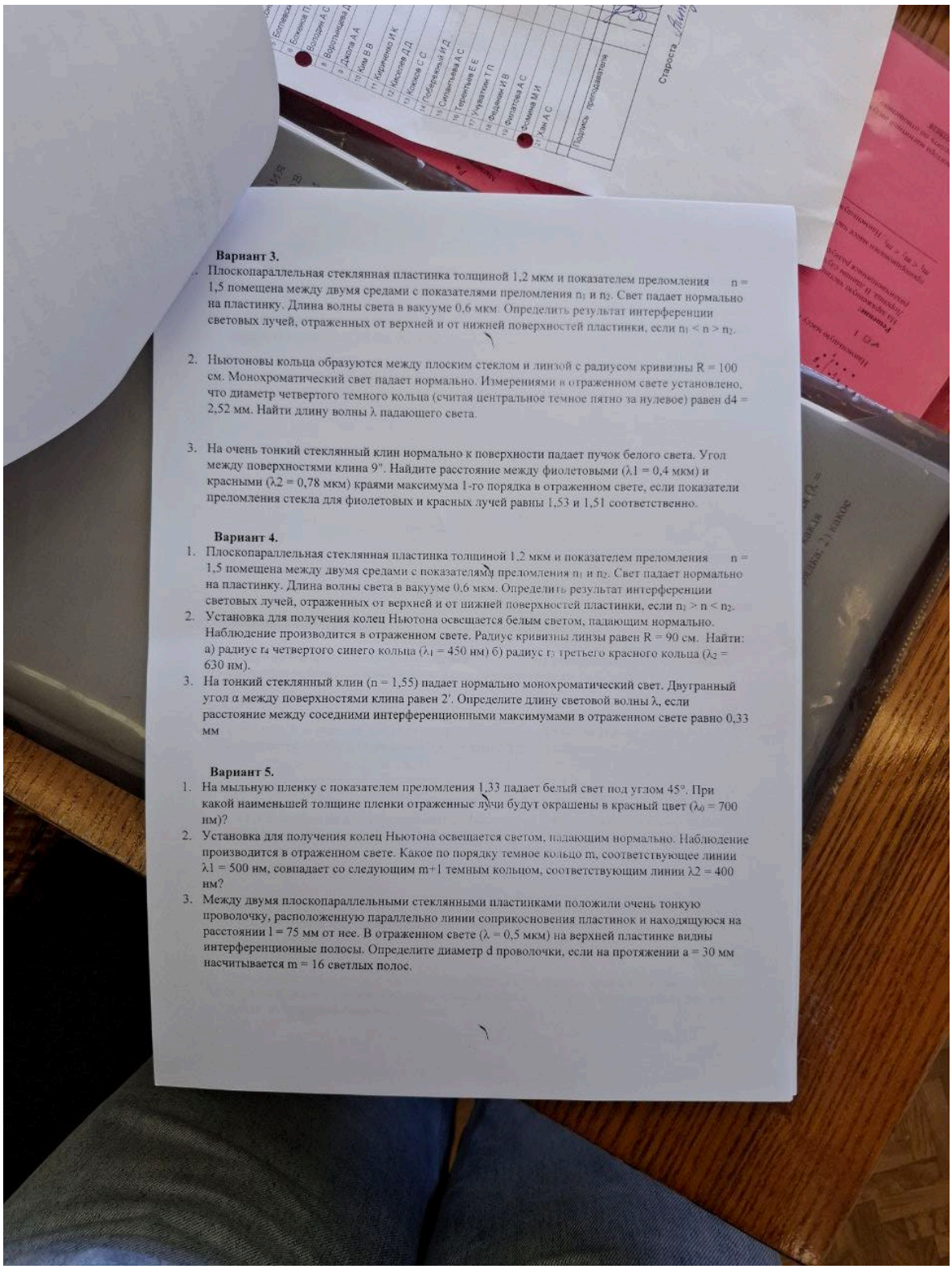
3. Поверхности стеклянного клина образуют между собой угол $\alpha = 0,2'$. На клин нормально к его поверхности падает пучок лучей монохроматического света с длиной волны $\lambda = 0,55$ мкм. Определите ширину b интерференционной полосы.

Вариант 2.

1. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 1,2 мкм и показателем преломления $n = 1,5$ помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2. Свет падает нормально на пластинку. Длина волны света в вакууме 0,6 мкм. Определить результат интерференции световых лучей, отраженных от верхней и от нижней поверхностей пластинки, если $n_1 > n > n_2$.

2. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиусы двух соседних темных колец равны соответственно 1,12583 мм и 1,3 мм. Радиус кривизны линзы равен R = 70 см. Найти порядковые номера колец и длину волны λ падающего света.

3. На тонкий стеклянный клин в направлении нормали к его поверхности падает монохроматический свет ($\lambda = 600$ нм). Определите угол α между поверхностями клина, если расстояние b между смежными интерференционными минимумами в отраженном свете равно 4 мм.



Вариант 3.

1. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 1,2 мкм и показателем преломления n = 1,5 помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2. Свет падает нормально на пластинку. Длина волны света в вакууме 0,6 мкм. Определить результат интерференции световых лучей, отраженных от верхней и от нижней поверхностей пластинки, если $n_1 < n > n_2$.

2. Ньютоновы кольца образуются между плоским стеклом и линзой с радиусом кривизны R = 100 см. Монохроматический свет падает нормально. Измерениями в отраженном свете установлено, что диаметр четвертого темного кольца (считая центральное темное пятно за нулевое) равен d4 = 2,52 мм. Найти длину волны λ падающего света.

3. На очень тонкий стеклянный клин нормально к поверхности падает пучок белого света. Угол между поверхностями клина 9". Найдите расстояние между фиолетовыми (λ1 = 0,4 мкм) и красными (λ2 = 0,78 мкм) краями максимума 1-го порядка в отраженном свете, если показатели преломления стекла для фиолетовых и красных лучей равны 1,53 и 1,51 соответственно.

Вариант 4.

1. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 1,2 мкм и показателем преломления n = 1,5 помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2. Свет падает нормально на пластинку. Длина волны света в вакууме 0,6 мкм. Определить результат интерференции световых лучей, отраженных от верхней и от нижней поверхностей пластинки, если $n_1 > n < n_2$.
2. Установка для получения колец Ньютона освещается белым светом, падающим нормально. Наблюдение производится в отраженном свете. Радиус кривизны линзы равен R = 90 см. Найти: а) радиус r_4 четвертого синего кольца (λ_1 = 450 нм) б) радиус r_3 третьего красного кольца (λ_2 = 630 нм).
3. На тонкий стеклянный клин (n = 1,55) падает нормально монохроматический свет. Двугранный угол α между поверхностями клина равен 2'. Определите длину световой волны λ, если расстояние между соседними интерференционными максимумами в отраженном свете равно 0,33 мм

Вариант 5.

1. На мыльную пленку с показателем преломления 1,33 падает белый свет под углом 45°. При какой наименьшей толщине пленки отраженные лучи будут окрашены в красный цвет (λ_0 = 700 нм)?
2. Установка для получения колец Ньютона освещается светом, падающим нормально. Наблюдение производится в отраженном свете. Какое по порядку темное кольцо m, соответствующее линии λ1 = 500 нм, совпадает со следующим m+1 темным кольцом, соответствующим линии λ2 = 400 нм?
3. Между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинками положили очень тонкую проволочку, расположенную параллельно линии соприкосновения пластинок и находящуюся на расстоянии l = 75 мм от нее. В отраженном свете (λ = 0,5 мкм) на верхней пластинке видны интерференционные полосы. Определите диаметр d проволочки, если на протяжении a = 30 мм насчитывается m = 16 светлых полос.

Вариант 6.

1. Стеклянная пластинка, покрытая с обеих сторон пленкой прозрачного вещества. Для света с длиной волны в вакууме $\lambda_0 = 480$ нм показатель преломления пластинки $n = 1{,}44$; показатель преломления пленки $n' = 1{,}20$; показатель преломления воздуха n_0 практически равен единице. При какой минимальной толщине пленки d свет указанной длины волны будет проходить без потерь на отражение? Ответ: 0,1 мкм.

2. Для наблюдения колец Ньютона в отраженном свете используют плосковыпуклую линзу с радиусом кривизны $R = 160$ см. Определить радиусы r_4 4-го и r_9 9-го темных колец ($\lambda = 625$ нм).

3. Две плоскопараллельные стеклянные пластинки приложены одна к другой так, что между ними образовался воздушный клин с углом α, равным 30". На одну из пластинок падает нормально монохроматический свет ($\lambda = 0{,}6$ мкм). На каком расстоянии от линии соприкосновения пластинок будет наблюдаться в отраженном свете 1-я светлая полоса?

Вариант 7.

1. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 1,4 мкм и показателем преломления $n = 1{,}5$ помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2. Свет падает нормально на пластинку. Длина волны света в вакууме 0,63 мкм. Определить результат интерференции световых лучей, отраженных от верхней и от нижней поверхностей пластинки, если $n_1 < n < n_2$.

2. Радиус кривизны плосковыпуклой линзы $R = 75$ см. Чему равна длина волны λ падающего света, если радиус 5-го темного кольца в отраженном свете равен $r_5 = 1{,}677$ мм?

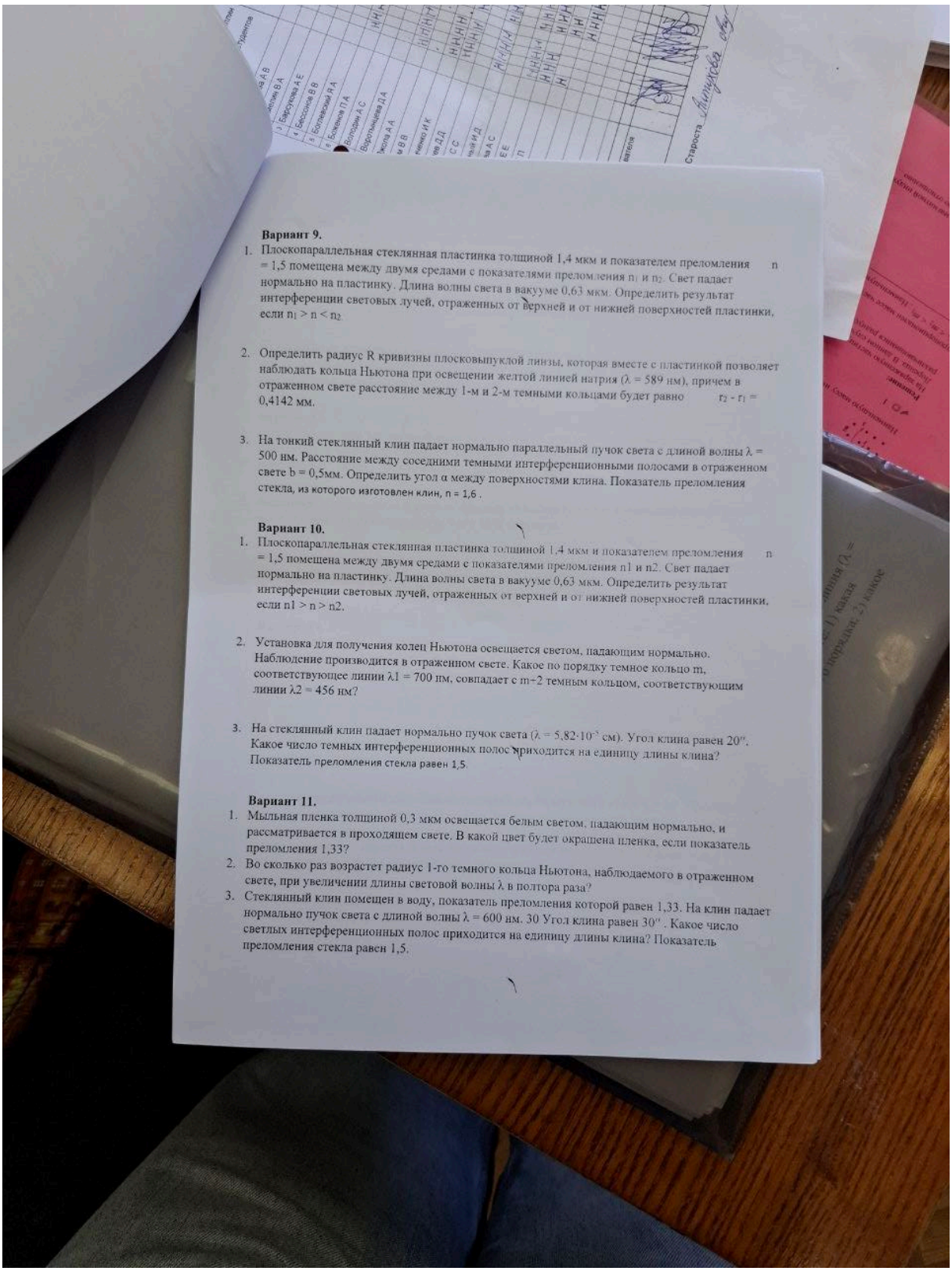
3. На стеклянный клин нормально к его грани падает монохроматический свет с длиной волны λ=0,6 мкм. В возникшей при этом интерференционной картине на отрезке длиной l=1 см наблюдается 10 полос. Определить преломляющий угол θ клина.

Вариант 8.

1. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 1,4 мкм и показателем преломления $n = 1{,}5$ помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2. Свет падает нормально на пластинку. Длина волны света в вакууме 0,63 мкм. Определить результат интерференции световых лучей, отраженных от верхней и от нижней поверхностей пластинки, если $n_1 < n > n_2$.

2. Определить радиус r_4 4-го темного кольца Ньютона, если для наблюдения колец Ньютона в отраженном свете при длине волны $\lambda = 610$ нм используют плосковыпуклую линзу с радиусом кривизны $R = 120$ см.

3. Поверхности стеклянного клина ($n = 1{,}5$) образуют между собой угол $\alpha = 0{,}1'$. На клин падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0{,}5$ мкм. Найти линейное расстояние между интерференционными полосами.



Вариант 9.

1. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 1,4 мкм и показателем преломления n = 1,5 помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2. Свет падает нормально на пластинку. Длина волны света в вакууме 0,63 мкм. Определить результат интерференции световых лучей, отраженных от верхней и от нижней поверхностей пластинки, если $n_1 > n < n_2$.

2. Определить радиус R кривизны плосковыпуклой линзы, которая вместе с пластинкой позволяет наблюдать кольца Ньютона при освещении желтой линией натрия (λ = 589 нм), причем в отраженном свете расстояние между 1-м и 2-м темными кольцами будет равно $r_2 - r_1$ = 0,4142 мм.

3. На тонкий стеклянный клин падает нормально параллельный пучок света с длиной волны λ = 500 нм. Расстояние между соседними темными интерференционными полосами в отраженном свете b = 0,5мм. Определить угол α между поверхностями клина. Показатель преломления стекла, из которого изготовлен клин, n = 1,6 .

Вариант 10.

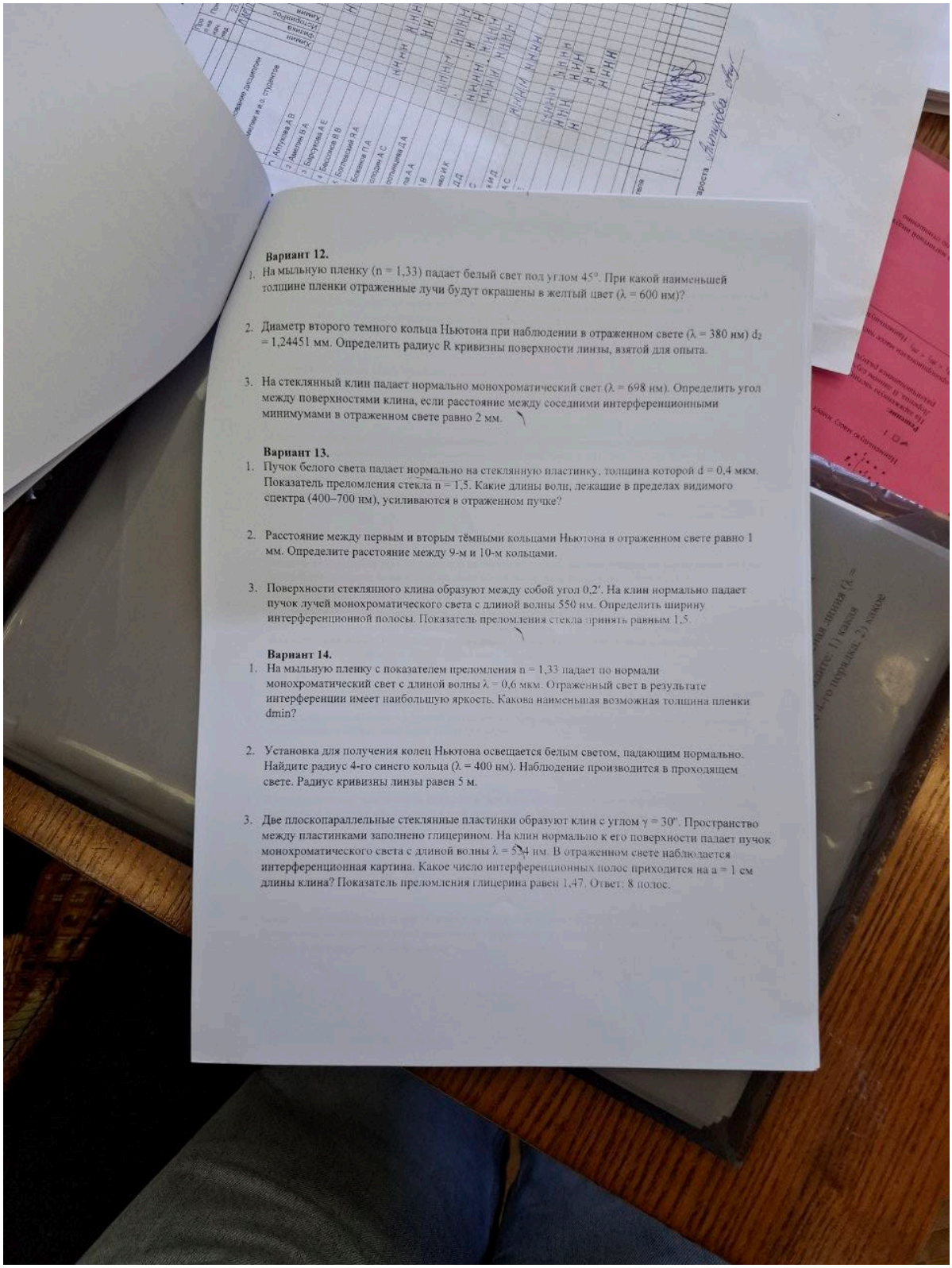
1. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 1,4 мкм и показателем преломления n = 1,5 помещена между двумя средами с показателями преломления n1 и n2. Свет падает нормально на пластинку. Длина волны света в вакууме 0,63 мкм. Определить результат интерференции световых лучей, отраженных от верхней и от нижней поверхностей пластинки, если $n1 > n > n2$.

2. Установка для получения колец Ньютона освещается светом, падающим нормально. Наблюдение производится в отраженном свете. Какое по порядку темное кольцо m, соответствующее линии $\lambda 1$ = 700 нм, совпадает с m+2 темным кольцом, соответствующим линии $\lambda 2$ = 456 нм?

3. На стеклянный клин падает нормально пучок света ($\lambda = 5{,}82 \cdot 10^{-5}$ см). Угол клина равен 20″. Какое число темных интерференционных полос приходится на единицу длины клина? Показатель преломления стекла равен 1,5.

Вариант 11.

1. Мыльная пленка толщиной 0,3 мкм освещается белым светом, падающим нормально, и рассматривается в проходящем свете. В какой цвет будет окрашена пленка, если показатель преломления 1,33?
2. Во сколько раз возрастет радиус 1-го темного кольца Ньютона, наблюдаемого в отраженном свете, при увеличении длины световой волны λ в полтора раза?
3. Стеклянный клин помещен в воду, показатель преломления которой равен 1,33. На клин падает нормально пучок света с длиной волны λ = 600 нм. 30 Угол клина равен 30″ . Какое число светлых интерференционных полос приходится на единицу длины клина? Показатель преломления стекла равен 1,5.



Вариант 12.

1. На мыльную пленку (n = 1,33) падает белый свет под углом 45°. При какой наименьшей толщине пленки отраженные лучи будут окрашены в желтый цвет (λ = 600 нм)?

2. Диаметр второго темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете (λ = 380 нм) d_2 = 1,24451 мм. Определить радиус R кривизны поверхности линзы, взятой для опыта.

3. На стеклянный клин падает нормально монохроматический свет (λ = 698 нм). Определить угол между поверхностями клина, если расстояние между соседними интерференционными минимумами в отраженном свете равно 2 мм.

Вариант 13.

1. Пучок белого света падает нормально на стеклянную пластинку, толщина которой d = 0,4 мкм. Показатель преломления стекла n = 1,5. Какие длины волн, лежащие в пределах видимого спектра (400–700 нм), усиливаются в отраженном пучке?

2. Расстояние между первым и вторым тёмными кольцами Ньютона в отраженном свете равно 1 мм. Определите расстояние между 9-м и 10-м кольцами.

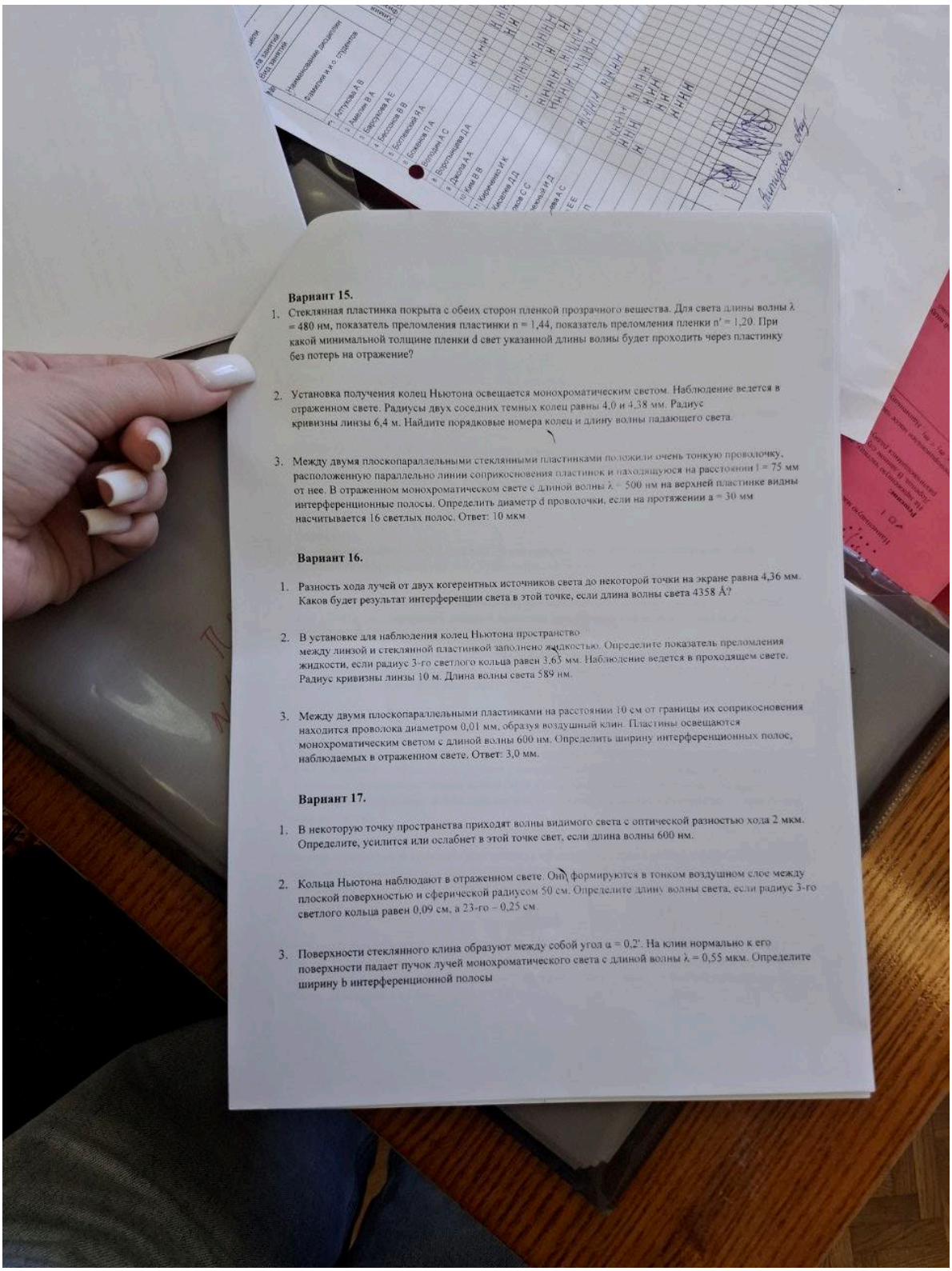
3. Поверхности стеклянного клина образуют между собой угол 0,2′. На клин нормально падает пучок лучей монохроматического света с длиной волны 550 нм. Определить ширину интерференционной полосы. Показатель преломления стекла принять равным 1,5.

Вариант 14.

1. На мыльную пленку с показателем преломления n = 1,33 падает по нормали монохроматический свет с длиной волны λ = 0,6 мкм. Отраженный свет в результате интерференции имеет наибольшую яркость. Какова наименьшая возможная толщина пленки dmin?

2. Установка для получения колец Ньютона освещается белым светом, падающим нормально. Найдите радиус 4-го синего кольца (λ = 400 нм). Наблюдение производится в проходящем свете. Радиус кривизны линзы равен 5 м.

3. Две плоскопараллельные стеклянные пластинки образуют клин с углом γ = 30″. Пространство между пластинками заполнено глицерином. На клин нормально к его поверхности падает пучок монохроматического света с длиной волны λ = 524 нм. В отраженном свете наблюдается интерференционная картина. Какое число интерференционных полос приходится на a = 1 см длины клина? Показатель преломления глицерина равен 1,47. Ответ: 8 полос.



Вариант 15.

1. Стеклянная пластинка покрыта с обеих сторон пленкой прозрачного вещества. Для света длины волны λ = 480 нм, показатель преломления пластинки n = 1,44, показатель преломления пленки n′ = 1,20. При какой минимальной толщине пленки d свет указанной длины волны будет проходить через пластинку без потерь на отражение?

2. Установка получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиусы двух соседних темных колец равны 4,0 и 4,38 мм. Радиус кривизны линзы 6,4 м. Найдите порядковые номера колец и длину волны падающего света.

3. Между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинками положили очень тонкую проволочку, расположенную параллельно линии соприкосновения пластинок и находящуюся на расстоянии l = 75 мм от нее. В отраженном монохроматическом свете с длиной волны λ = 500 нм на верхней пластинке видны интерференционные полосы. Определить диаметр d проволочки, если на протяжении a = 30 мм насчитывается 16 светлых полос. Ответ: 10 мкм

Вариант 16.

1. Разность хода лучей от двух когерентных источников света до некоторой точки на экране равна 4,36 мм. Каков будет результат интерференции света в этой точке, если длина волны света 4358 Å?

2. В установке для наблюдения колец Ньютона пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено жидкостью. Определите показатель преломления жидкости, если радиус 3-го светлого кольца равен 3,65 мм. Наблюдение ведется в проходящем свете. Радиус кривизны линзы 10 м. Длина волны света 589 нм.

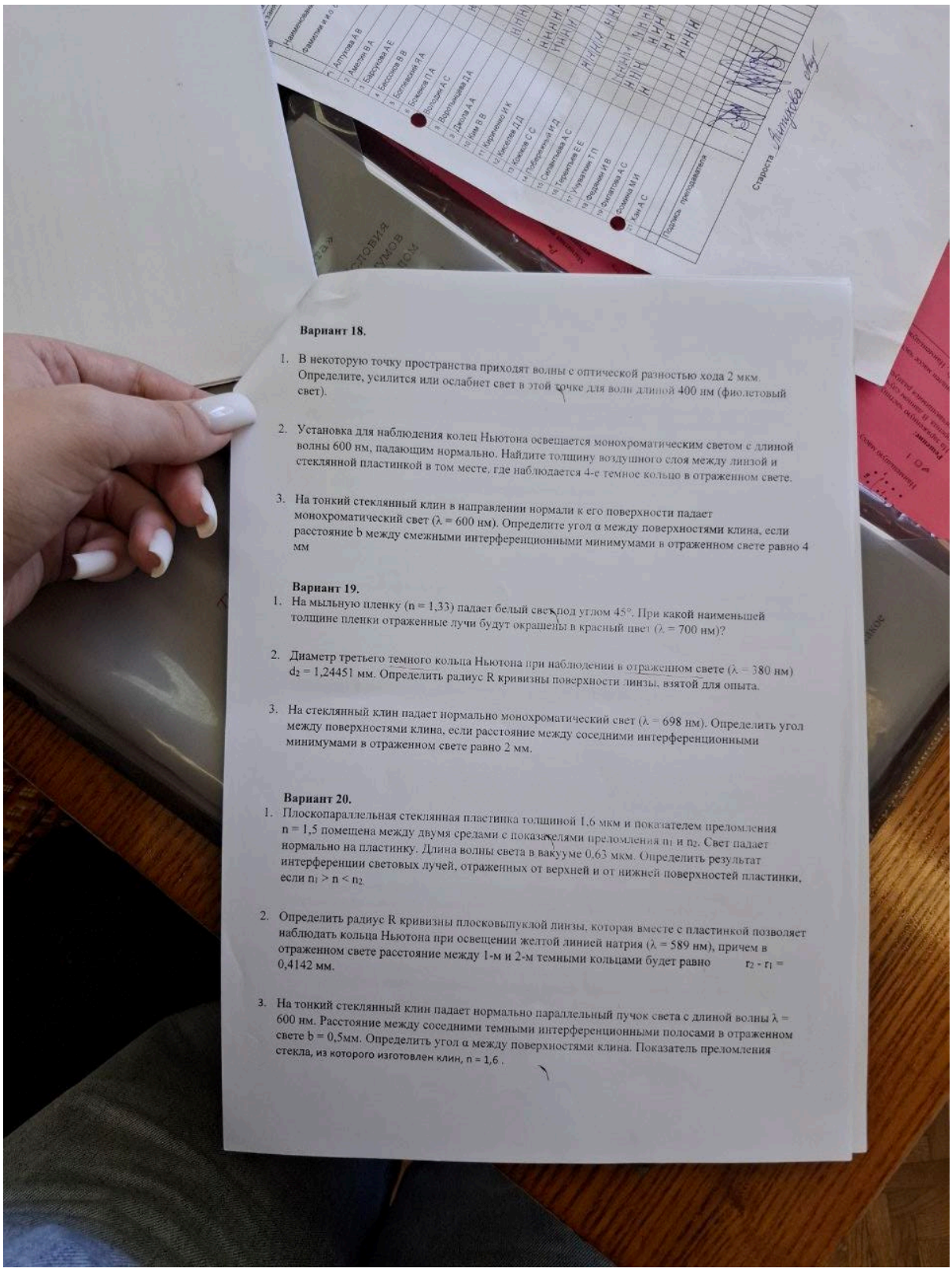
3. Между двумя плоскопараллельными пластинками на расстоянии 10 см от границы их соприкосновения находится проволока диаметром 0,01 мм, образуя воздушный клин. Пластины освещаются монохроматическим светом с длиной волны 600 нм. Определить ширину интерференционных полос, наблюдаемых в отраженном свете. Ответ: 3,0 мм.

Вариант 17.

1. В некоторую точку пространства приходят волны видимого света с оптической разностью хода 2 мкм. Определите, усилится или ослабнет в этой точке свет, если длина волны 600 нм.

2. Кольца Ньютона наблюдают в отраженном свете. Они формируются в тонком воздушном слое между плоской поверхностью и сферической радиусом 50 см. Определите длину волны света, если радиус 3-го светлого кольца равен 0,09 см, а 23-го – 0,25 см.

3. Поверхности стеклянного клина образуют между собой угол α = 0,2'. На клин нормально к его поверхности падает пучок лучей монохроматического света с длиной волны λ = 0,55 мкм. Определите ширину b интерференционной полосы



Вариант 18.

1. В некоторую точку пространства приходят волны с оптической разностью хода 2 мкм. Определите, усилится или ослабнет свет в этой точке для волн длиной 400 нм (фиолетовый свет).

2. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны 600 нм, падающим нормально. Найдите толщину воздушного слоя между линзой и стеклянной пластинкой в том месте, где наблюдается 4-е темное кольцо в отраженном свете.

3. На тонкий стеклянный клин в направлении нормали к его поверхности падает монохроматический свет (λ = 600 нм). Определите угол α между поверхностями клина, если расстояние b между смежными интерференционными минимумами в отраженном свете равно 4 мм

Вариант 19.

1. На мыльную пленку (n = 1,33) падает белый свет под углом 45°. При какой наименьшей толщине пленки отраженные лучи будут окрашены в красный цвет (λ = 700 нм)?

2. Диаметр третьего темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете (λ = 380 нм) d_2 = 1,24451 мм. Определить радиус R кривизны поверхности линзы, взятой для опыта.

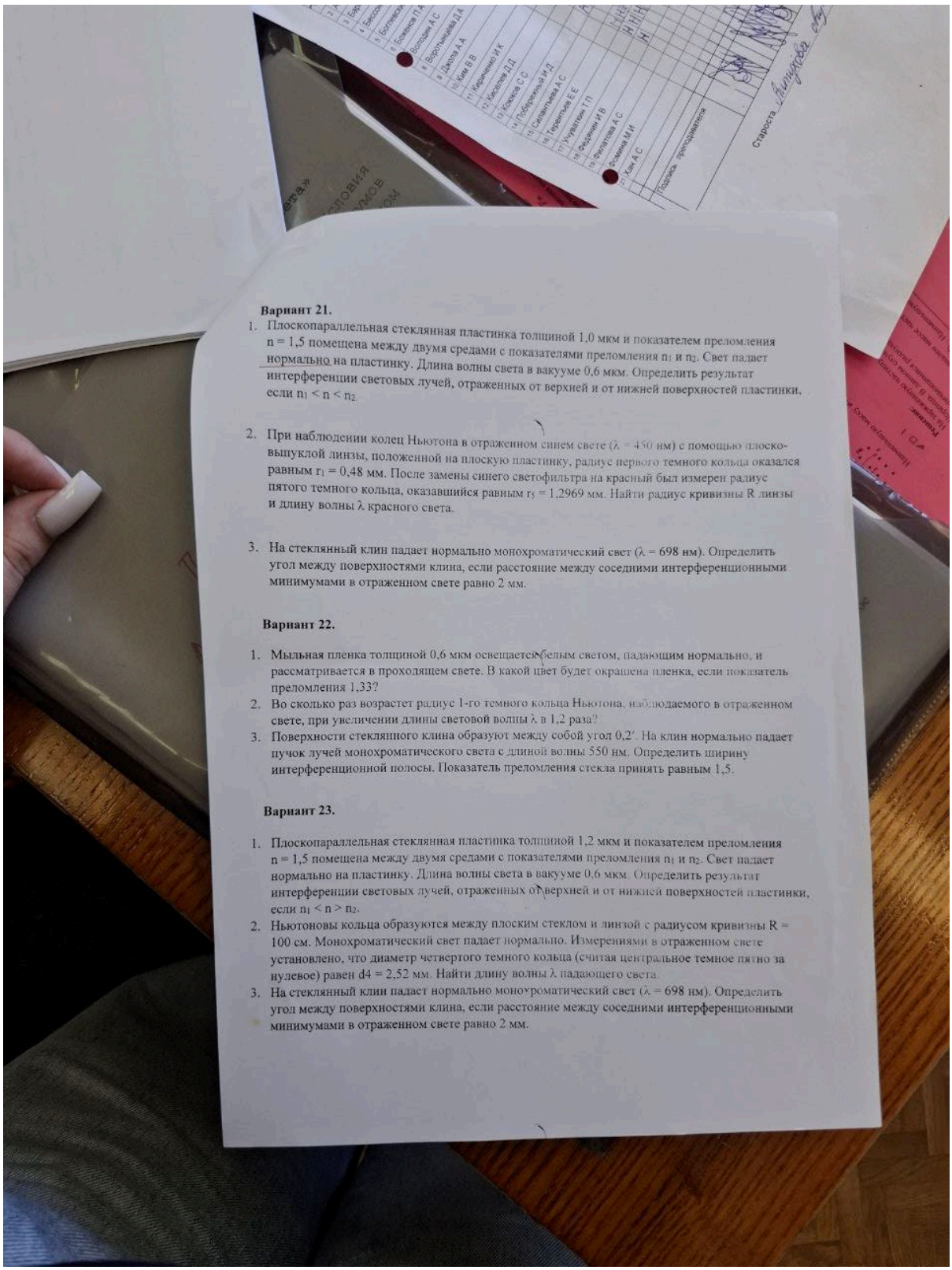
3. На стеклянный клин падает нормально монохроматический свет (λ = 698 нм). Определить угол между поверхностями клина, если расстояние между соседними интерференционными минимумами в отраженном свете равно 2 мм.

Вариант 20.

1. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 1,6 мкм и показателем преломления n = 1,5 помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2. Свет падает нормально на пластинку. Длина волны света в вакууме 0,63 мкм. Определить результат интерференции световых лучей, отраженных от верхней и от нижней поверхностей пластинки, если $n_1 > n < n_2$

2. Определить радиус R кривизны плосковыпуклой линзы, которая вместе с пластинкой позволяет наблюдать кольца Ньютона при освещении желтой линией натрия (λ = 589 нм), причем в отраженном свете расстояние между 1-м и 2-м темными кольцами будет равно $r_2 - r_1$ = 0,4142 мм.

3. На тонкий стеклянный клин падает нормально параллельный пучок света с длиной волны λ = 600 нм. Расстояние между соседними темными интерференционными полосами в отраженном свете b = 0,5мм. Определить угол α между поверхностями клина. Показатель преломления стекла, из которого изготовлен клин, n = 1,6 .



Вариант 21.

1. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 1,0 мкм и показателем преломления n = 1,5 помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2. Свет падает нормально на пластинку. Длина волны света в вакууме 0,6 мкм. Определить результат интерференции световых лучей, отраженных от верхней и от нижней поверхностей пластинки, если $n_1 < n < n_2$.

2. При наблюдении колец Ньютона в отраженном синем свете (λ = 450 нм) с помощью плоско-выпуклой линзы, положенной на плоскую пластинку, радиус первого темного кольца оказался равным r_1 = 0,48 мм. После замены синего светофильтра на красный был измерен радиус пятого темного кольца, оказавшийся равным r_5 = 1,2969 мм. Найти радиус кривизны R линзы и длину волны λ красного света.

3. На стеклянный клин падает нормально монохроматический свет (λ = 698 нм). Определить угол между поверхностями клина, если расстояние между соседними интерференционными минимумами в отраженном свете равно 2 мм.

Вариант 22.

1. Мыльная пленка толщиной 0,6 мкм освещается белым светом, падающим нормально, и рассматривается в проходящем свете. В какой цвет будет окрашена пленка, если показатель преломления 1,33?
2. Во сколько раз возрастет радиус 1-го темного кольца Ньютона, наблюдаемого в отраженном свете, при увеличении длины световой волны λ в 1,2 раза?
3. Поверхности стеклянного клина образуют между собой угол 0,2′. На клин нормально падает пучок лучей монохроматического света с длиной волны 550 нм. Определить ширину интерференционной полосы. Показатель преломления стекла принять равным 1,5.

Вариант 23.

1. Плоскопараллельная стеклянная пластинка толщиной 1,2 мкм и показателем преломления n = 1,5 помещена между двумя средами с показателями преломления n_1 и n_2. Свет падает нормально на пластинку. Длина волны света в вакууме 0,6 мкм. Определить результат интерференции световых лучей, отраженных от верхней и от нижней поверхностей пластинки, если $n_1 < n > n_2$.
2. Ньютоновы кольца образуются между плоским стеклом и линзой с радиусом кривизны R = 100 см. Монохроматический свет падает нормально. Измерениями в отраженном свете установлено, что диаметр четвертого темного кольца (считая центральное темное пятно за нулевое) равен d4 = 2,52 мм. Найти длину волны λ падающего света.
3. На стеклянный клин падает нормально монохроматический свет (λ = 698 нм). Определить угол между поверхностями клина, если расстояние между соседними интерференционными минимумами в отраженном свете равно 2 мм.