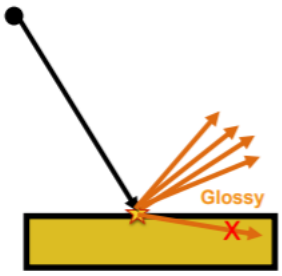
דוח מיני פרויקט 1

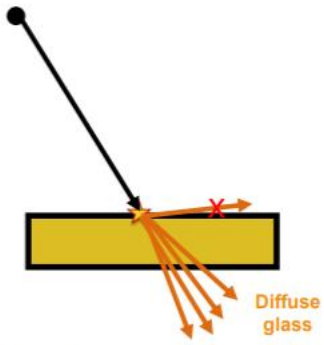
בס"ד
דינה פינצ'אק 337593958
איב ביבס 1461324

השיפורים שעשינו:

- Glossy surface
  - הבעיה - שזכוכית משקפת לחלוטין
  - הפתרון – במקום לשלוח קרן אחד של השתקפות נשלח יותר
  - תוצאה – מה שיותר קרוב יראה חד ומה שרחוק יותר יראה מטושטש בגלל שהתפזרות הקרניים מתרחבת עם המרחק



- Diffuse glass
  - הבעיה – משטחים שמבריקים באופן מושלם
  - הפתרון – במקום לשלוח קרן אחד של שקיפות נשלח יותר
  - תוצאה - מה שיותר קרוב יראה חד ומה שרחוק יותר יראה מטושטש בגלל שהתפזרות הקרניים מתרחבת עם המרחק



איך ממשנו?

- קודם הוספנו פונקציה במחלקת Util שמחשבת מספר רנדומלי בתחום [min,max)

```
/**
 * generates a random number to help generate rays for ray tracing
 * @param min the minimum number
```

בס"ד
דינה פינצ'אק 337593958
איב ביבס 1461324

דוח מיני פרויקט 1

```
 * @param max the maximum number
 * @return the random number that we generated
 */
public static double randomNumber(double min, double max)
{
  double  random=Math.random() *(max-min) +min;
  return random;
}
```

- הוספנו פונקציה למחלקת Vector שמחשבת את הנורמל לווקטור שקורא לפונקציה (בשיפורים שלנו זה הכיוון של הקרן הראשית)

```
/**
 * creates a vector  normal  to the vector that calls the function (the dot product
of the new vector and the old vector equals zero)
 * @return normal vector
 */
public Vector normalToVector()
{
    int min=0;
    double coordinate;
 //finding the smallest coordinate of the vector to replace it with 0
    if(this.get_head().get_x().get()>0)
    {
        coordinate = this.get_head().get_x().get();
    }
    else
        coordinate=-this.get_head().get_x().get();
    if(Math.abs(this.get_head().get_y().get())<coordinate)
    {
        coordinate=1;
        if(this.get_head().get_y().get()>0)
            coordinate=this.get_head().get_y().get();
        else
            coordinate=-this.get_head().get_y().get();
    }
    if(Math.abs(this.get_head().get_z().get())<coordinate)
    {
        coordinate=2;
        //last coordinate that we are checking so no need to reassign coordinate
    }
    if(coordinate==0)//x is the smallest
        return new Vector(0,-
this.get_head().get_z().get(),this.get_head().get_y().get()).normalize();
    if(coordinate==1)//y is the smallest
          return new Vector(-
this.get_head().get_z().get(),0,this.get_head().get_x().get()).normalize();
    //z is the smallest
     return new Vector(this.get_head().get_y().get(),-
this.get_head().get_x().get(),0).normalize();
}
```

דוח מיני פרויקט 1

בס"ד
דינה פינצ'אק 337593958
איב ביבס 1461324

- הוספנו למחלקת Ray פונקציה שמייצרת אלומת קרניים לפי הקרן הראשית (this) , הווקטור נורמל בין הגיאומטריה וה geopoint, והמרחק שאנחנו מחליטות – מיצרים מעגל וירטואלי שאנך לקרן שקורא לפונקציה. הרדיוס של המעגל זה ה tan של הזווית בין שתי הווקטורים הניצבים שמצאנו , מפזרים נקודות רנדומליות בתוך המעגל ולפי זה מוצאים את הקרניים החדשות.

```
/**
 * creates a beam of rays(in a list of rays)
 *
 * @param n        Vector - normal vector where the rays start
 * @param distance double - the distance between the  point and the circle we are
creating to find the beam
 * @param num      int - the number of rays that will be in the beam
 * @return list that includes all the rays that make up the beam
 */
public List<Ray> createBeamOfRays(Vector n, double distance, int num) {
    List<Ray> beam = new LinkedList<Ray>();
    beam.add(this);//the original ray that calls the function - there has to be at
least one beam
    if (num == 1)//if no additional rays were requested here  there is nothing else
to do in this function
        return beam;
    Vector w = this.get_dir().normalToVector();//finds a vector that is normal to the
direction on the ray
    Vector v = this.get_dir().crossProduct(w).normalize();//the cross product between
the normal and the direction

    Point3D center = this.getTargetPoint(distance);//the center of our circle is the
distance requested from p0
    Point3D randomP = Point3D.ZERO;
    double xRandom, yRandom, random;
    double nDotDirection = alignZero(n.dotProduct(this.get_dir()));
    double r = Math.abs(Math.tan(Math.acos(w.dotProduct(v))));
    for (int i = 1; i < num; i++)//starts from 1 because there has to be at least one
ray(the original)and we already dealt with it
    {
        xRandom = randomNumber(-1, 1);//random number [-1,1)
        yRandom = Math.sqrt(1 - Math.pow(xRandom, 2));
        random = randomNumber(-r, r);//random number[-r,r)
        if (xRandom != 0)//vector cannot be scaled with zero
            randomP = center.add(w.scale(random));
        if (yRandom != 0)//vector cannot be scaled with zero
            randomP = center.add(v.scale(random));
        Vector t = randomP.subtract(this.get_p0());//vector between the random point
and the start of the original ray
        double normalDotT = alignZero(n.dotProduct(t));
        if (nDotDirection * normalDotT > 0)//if they are both positive or both
negative then we need to create a ray with the original p0 and t
            beam.add(new Ray(this.get_p0(), t));
    }
    return beam;
}
```

דוח מיני פרויקט 1

בס"ד
דינה פינצ'אק 337593958
איב ביבס 1461324

- הוספנו למחלקת Render את השדות הבאים ו get and set בהתאם – שניהם בהתחלה עם ערך ברירת מחדל אפס כדי שלא נצטרך לחזור ולתקן את כל הטסטים הקודמים

```
/**
 * parameters for ray tracing- glossy surface and diffuse glass - they are in class
render because this class takes care of ray tracing
 */
private int _numOfRays;

private double _rayDistance;


/**
 * gets the distance we want between the ray point and the circle
 *
 * @return double - distance
 */
public double get_rayDistance() {
    return _rayDistance;
}

/**
 * sets the distance between the ray point and the circle
 *
 * @param _rayDistance
 */
public void set_rayDistance(double _rayDistance) {
    if (_rayDistance < 0)
        throw new IllegalArgumentException("distance cant be negative");
    this._rayDistance = _rayDistance;
}

/**
 * get number of rays function
 *
 * @return number of rays that will be part of the beam
 */
public int get_numOfRays() {
    return _numOfRays;
}

/**
 * sets the number of rays that will be part of the beam
 *
 * @param _numOfRays int - amount of rays that will be part of the beam
 */
public void set_numOfRays(int _numOfRays) {
    if (_numOfRays < 1)
        throw new IllegalArgumentException("there has to be at least one ray");
    this._numOfRays = _numOfRays;
}
```

דוח מיני פרויקט 1

בס"ד
דינה פינצ'אק 337593958
איב ביבס 1461324

- תיקנו את calcColor הרקורסיבית שיתמוך בשיפורים שלנו כי שמה אנחנו מחשבים את השקיפות והשתקפות – הוספנו את היצירה של האלומת קרניים על שקיפות והשתקפות ובצענו קריאה רקורסיבית עבור כל קרן ששייך לאלומה והכנסנו את הצבע למשתנה זמני ואחרי שסיימנו את הקריאות הרקורסיביות חלקנו במספר הקרניים (תמיד יש לפחות אחד) ואז הוספנו לצבע.

```
/**
 * Calculate the color intensity in a point
 * @param gp the point for which the color is required
 * @param in Ray
 * @param level - the recursion level
 * @param k - double - helps with recursion
 * @return the color intensity
 */
private primitives.Color calcColor(Intersectable.GeoPoint gp,Ray in,int level,double
k) {
    if (level == 1 || k < MIN_CALC_COLOR_K)
        return primitives.Color.BLACK;
    List<Ray>beam=new LinkedList<>();
    primitives.Color color = gp.getGeometry().get_emission();//the geometries
emission light
    Vector v = gp.point.subtract(_scene.getCamera().get_p0()).normalize();//subtracts
the camera starting point from the geopoint and normalizes the vector


    double kr = k * gp.getGeometry().get_material().get_kR();//reflection
    double kt = k * gp.getGeometry().get_material().get_kT();//refraction
    double transparencyAmount=0;//transparency
    for (LightSource : _scene.getLightSources())//for each light source in the
scene's light sources
    {
        Vector l = lightSource.getL(gp.point);//the lights direction from geopoint
        if (alignZero( gp.geometry.getNormal(gp.getPoint()).dotProduct(l)) *
alignZero( gp.geometry.getNormal(gp.getPoint()).dotProduct(v)) > 0)//if the dot
product between the normal and the light direction times the dot product btween the
normal and the normal vector between the camera and geopoint
        {
            //   if (unshaded(lightSource, l, n, gp))//if the geopoint isnt shaded by
the light
            transparencyAmount = transparency(lightSource, l,
gp.geometry.getNormal(gp.getPoint()), gp);
            if (transparencyAmount * k > MIN_CALC_COLOR_K) {
                Material =gp.geometry.get_material();
                double ln =l.dotProduct( gp.geometry.getNormal(gp.getPoint()));
                color = color.add(calcDiffusive(
                                material.getKd(),
                                ln,
                                lightSource.getIntensity(gp.getPoint())),
                        calcSpecular(
                                material.getKs(), l,
                                gp.geometry.getNormal(gp.getPoint()),
                                ln,
```

דוח מיני פרויקט 1

```
                                v,
                                material.getnShininess(),
                                lightSource.getIntensity(gp.getPoint())));
            }
        }
    }

    if (kr > MIN_CALC_COLOR_K)//if the reflection is bigger than the minimum of calc
color
    {
       Ray reflection=
constructReflectedRay(gp.getGeometry().getNormal(gp.getPoint()), gp.getPoint(), in);
        if(this._numOfRays==0 ||this._rayDistance<0)
            beam.add(reflection);
        else
            beam=
reflection.createBeamOfRays(gp.getGeometry().getNormal(gp.getPoint()),this.get_rayDis
tance(),this.get_numOfRays());
        primitives.Color tempColorReflection = primitives.Color.BLACK;
        for(Ray r :beam)
        {
            Intersectable.GeoPoint reflectedGp = findClosestIntersection(r);//find
the closest point to the reflection ray's p0
            if (reflectedGp != null)//if such a point exists
            {
                tempColorReflection = tempColorReflection.add(calcColor(reflectedGp,
r, level - 1, kr).scale(kr));//calls the recursion th find the rest of the color and
then scales it with the reflection
            }
        }
        color = color.add(tempColorReflection.reduce(beam.size()));


    }
    if (kt > MIN_CALC_COLOR_K)//if the refraction is bigger than the minimum of calc
color
    {



        Ray refraction = constructRefractedRay(gp.getPoint(), in,
gp.getGeometry().getNormal(gp.getPoint()));//constructs a refracted ray
        if(this._numOfRays==0 ||this._rayDistance<0)
            beam.add(refraction);
        else
            beam=
refraction.createBeamOfRays(gp.getGeometry().getNormal(gp.getPoint()),this.get_rayDis
tance(),this.get_numOfRays());
        primitives.Color tempColorRefraction = primitives.Color.BLACK;
        for(Ray r :beam) {
            Intersectable.GeoPoint refractedGp = findClosestIntersection(r);//find
the closest point to the refracted ray's p0
            if (refractedGp != null)//if such a point exists
```

דוח מיני פרויקט 1

```
            {
                tempColorRefraction = tempColorRefraction.add(calcColor(refractedGp,
r, level - 1, kt).scale(kt));//calls the recursion to find the rest of the color and
then scales it with the refracted

            }
        }
        color = color.add(tempColorRefraction.reduce(beam.size()));
    }

    return color;


}
```

- הטסט שכתבנו להראות את השיפורים (יש כאן שימוש בתהליכונים בשביל לשפר את הזמן ריצה שנהיה ארון יותר בעקבות השיפורים אבל זה באמת שייך למיני פרויקט 2 ולכן לא נפרט על זה פה) כל פעם שרצינו להריץ על מספר שונה של קרניים שיננו את זה דרך ה set ושיננו את השם של התמונה כדי שזה לא ידרוס תמונה אחרת

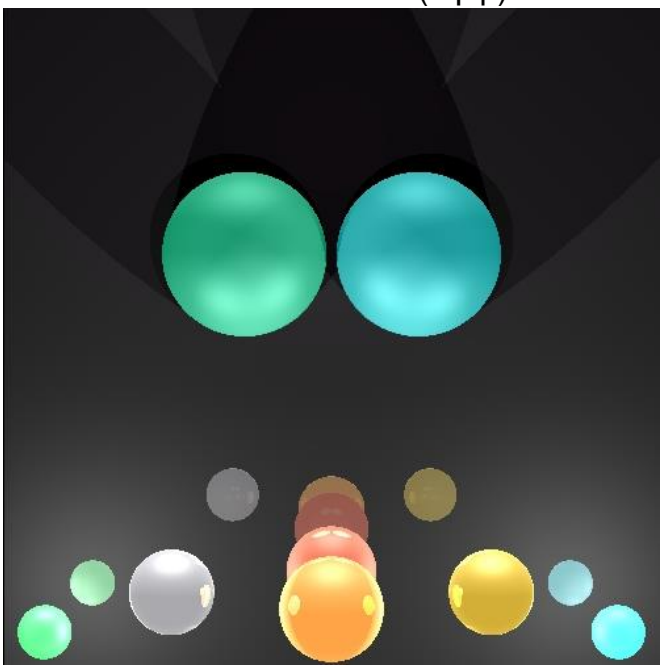
```
@Test
public void rayTracingTest2()
{
    Scene scene = new Scene("Test scene");
    scene.set_camera(new Camera(new Point3D(0, 0, -1000), new Vector(0, 0, 1), new
Vector(0, -1, 0)));
    scene.set_distance(600);
    scene.set_background(new Color (0,0,0));
    scene.set_ambientLight(new AmbientLight(new Color(255, 191, 191), 1));

    scene.addGeometries(
            new Plane(Color.BLACK,new Material(0.2,0.2,5,0,0.4),new Point3D(0,0,210),
                    new Vector(0,0,-1)),
            new Sphere(new Color(212,175,55),//gold
                    new Material(0.3, 0.4, 5, 0, 0.4),20,
                    new Point3D(75, 120, -75)),
            new Sphere(new Color(53,187,202)   ,//blue
                    new Material(0.25, 0.3, 5, 0.22, 0),15,
                    new Point3D(160, 165, 100)),
            new Sphere(new Color(255,99,71),//red
                    new Material(0.25, 0.3, 5, 0,0.4),25,
                    new Point3D(0, 130, 90)),
            new Sphere(new Color(255,164,71),//orange
                    new Material(0.25, 0.3, 5, 0, 0.4),25,
                    new Point3D(0, 130, -60)),
            new Sphere(new Color(0,128,85), // Biggest Blue
                    new Material(0.3, 0.2, 5, 0,0),50,
                    new Point3D(-53, -50, 200)),
            new Sphere(new Color   (0,128,128),//biggest teal
                    new Material(0.3, 0.2, 5, 0,0),50,
                    new Point3D(53, -50, 200)),
            new Sphere(new Color(170,169,173),//silver
                    new Material(0.3, 0.4, 5, 0, 0.4),20,
```

בס"ד
דינה פינצ'אק 337593958
איב ביבס 1461324

דוח מיני פרויקט 1

```
                new Point3D(-75, 120, -75)),
        new Sphere(new Color   (53,202,93),//green
                new Material(0.3, 0.4, 5, 0.22, 0),15,
                new Point3D(-160, 165, 100))


    );

    scene.addLights(
            new DirectionalLight(new Color(210,210,210
            ),new Vector(0,1,0)),
            new SpotLight(new Color(130, 100, 130),new Point3D(0, 30, -50),
                    new Vector(0,-1,0),1, 4E-5, 2E-7),
            new PointLight(new Color(210,210,210),new Point3D(-160,165,100))
            ,new PointLight(new Color(210,210,210),new Point3D(160, 165, 100))
    );

    ImageWriter imageWriter = new ImageWriter("ray tracing 2 - 50", 200, 200, 500,
500);
    Render render = new Render(imageWriter, scene);
    render.set_numOfRays(50);

   render.set_rayDistance(1);
   render.set_threads(3).setPrint();
    render.renderImage();
    render.writeToImage();
}
```

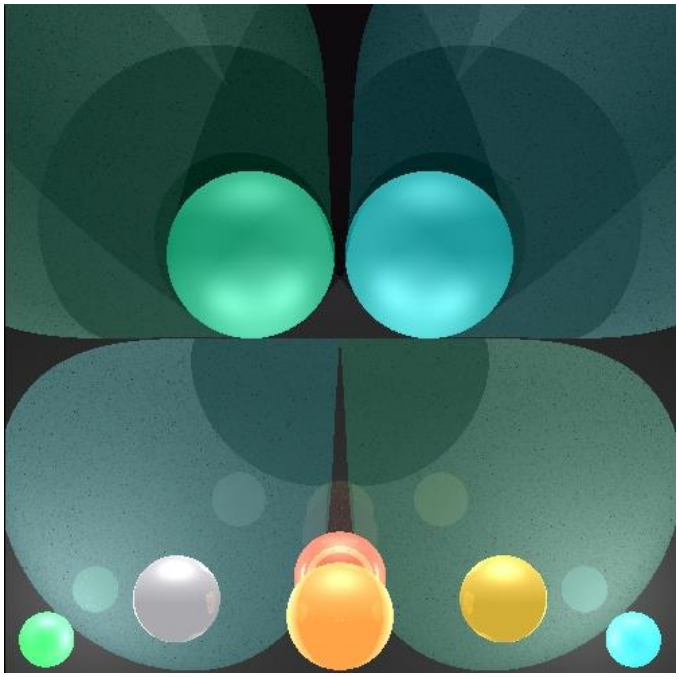
- תוצאות
  - בלי שיפור (קרן 1)



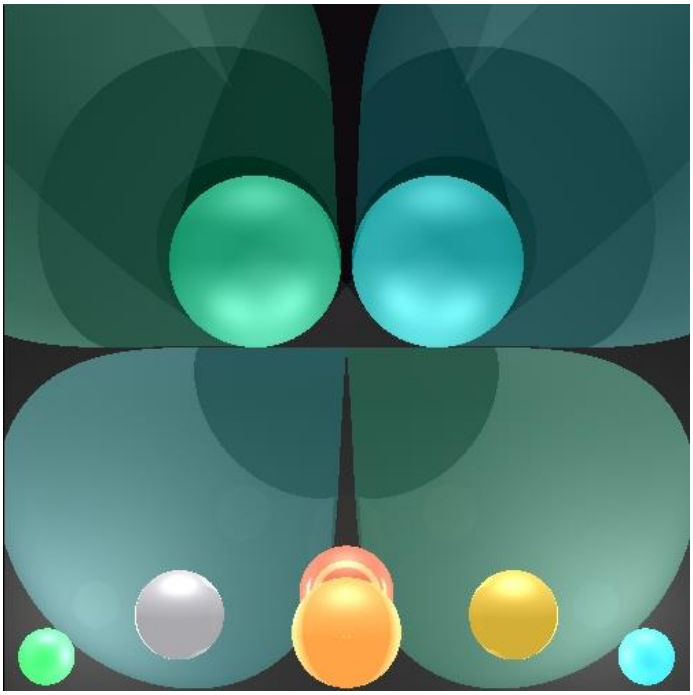
דוח מיני פרויקט 1

בס"ד
דינה פינצ'אק 337593958
איב ביבס 1461324

- 10 קרניים



- 50 קרניים



דוח מיני פרויקט 1

בס"ד
דינה פינצ'אק 337593958
איב ביבס 1461324

- 100 קרניים