

## Övning 4.

I denna övning ska vi titta på icke-muterbarhet kontra muterbarhet, samt metoderna `equals`, `hashCode` och `clone`.

### Uppgift 1 Icke-muterbarhet kontra muterbarhet

Betrakta klassen `Period` nedan:

```
/**
 * @invariant getStart() is before or at the same time as getEnd()
 * @invariant getStart() consistently returns the same value after object creation
 * @invariant getEnd() consistently returns the same value after object creation
 */
import java.util.Date;
public final class Period {
    private final Date start;
    private final Date end;
    /**
     * @param start the beginning of the period
     * @param end the end of the period
     * @pre start <= end
     * @post The time span of the returned period is positive.
     * @throws IllegalArgumentException if start is after end
     * @throws NullPointerException if start or end is null
     */
    public Period(Date start, Date end) {
        if (start.compareTo(end) > 0) {
            throw new IllegalArgumentException(start + " after " + end);
        }
        this.start = start;
        this.end = end;
    }
    public Date getStart() {
        return start;
    }
    public Date getEnd() {
        return end;
    }
}
```

Klassen `Period` representerar ett datumintervall genom att innehålla ett startdatum och ett slutdatum. I kommentarerna till klassen visas dessutom vilket kontrakt implementationen av klassen måste uppfylla ("Programming by Contract"). En *invariant* är ett villkor som måste vara uppfyllt före och efter varje metodanrop, ett *förvillkor* utgör krav som måste vara uppfyllda innan en metod anropas och *eftervillkor* visar samband som gäller efter att metoden körts.

- Några klassinvarianter för `Period` innebär att avsikten är att klassen skall vara *icke-muterbar*. Vilka?
- Att en klass är icke-muterbar innebär att när ett objekt av klassen väl instansierats så kommer objektet under resten av sin livslängd att ha samma värden som då det skapades.

Har programmeraren gjort sitt jobb eller finns det sätt att bryta mot klassens invarianter? Om så är fallet, vad blir konsekvensen och hur kan vi åtgärda felen?

## Uppgift 2 Likhet (equals)

Anta att standardklassen `Float`, som representerar reella tal som objekt, är implementerad enligt följande:

```
public class Float {
    private float f;
    public Float(float f) {
        this.f = f;
    }
    public float floatValue() {
        return f;
    }
    @Override
    public boolean equals(Object o) {
        if (!(o instanceof Float))
            return false;
        float f1 = floatValue();
        float f2 = ((Float) o).floatValue();
        return (f1 == f2);
    }
    // more methods here that don't interest us now
}
```

Pelle Hacker beslutar att skriva en förbättrad variant av `Float`-klassen genom att göra en subclass `TolerantFloat` som tolererar små avvikelser när man jämför huruvida två reella värden är lika. Pelles kod har följande utseende:

```
public class TolerantFloat extends Float {
    public static final float TOLERANCE = 0.01f;
    public TolerantFloat(float f) {
        super (f);
    }
    @Override
    public boolean equals(Object o) {
        if (!(o instanceof Float))
            return false;
        float f1 = floatValue();
        float f2 = ((Float) o).floatValue();
        return (Math.abs(f1 - f2) <= TOLERANCE);
    }
}
```

*Java Language Specification* säger att metoden `equals` -metoden skall uppfylla följande relationer;

Reflexivitet:  $a.equals(a)$   
Symmetri:  $a.equals(b) \Rightarrow b.equals(a)$   
Transitivitet:  $a.equals(b) \ \&\& \ b.equals(c) \Rightarrow a.equals(c)$

- i) Är `TolerantFloat.equals()` reflexiv? Om inte, ge ett exempel som visar detta.
- ii) Är `TolerantFloat.equals()` symmetrisk? Om inte, ge ett exempel som visar detta.
- iii) Är `TolerantFloat.equals()` transitiv? Om inte, ge ett exempel som visar detta.

b) Betrakta klasserna Point och NamedPoint nedan:

```
public class Point {  
    private final int x;  
    private final int y;  
    public Point(int x, int y) {  
        this.x = x;  
        this.y = y;  
    }  
  
    @Override  
    public boolean equals(Object o) {  
        if (!(o instanceof Point)) {  
            return false;  
        } else {  
            Point p = (Point) o;  
            return p.x == x && p.y == y;  
        }  
    }  
}  
  
public class NamedPoint extends Point {  
    private final String name;  
    public NamedPoint(int x, int y, String name) {  
        super(x, y);  
        this.name = name;  
    }  
  
    @Override  
    public boolean equals(Object o) {  
        if (!(o instanceof Point)) {  
            return false;  
        }  
        // If o is a normal Point, do a name-blind comparison  
        if (!(o instanceof NamedPoint)) {  
            return o.equals(this);  
        }  
        // o is a NamedPoint; do a full comparison  
        return super.equals(o) && ((NamedPoint) o).name.equals(name);  
    }  
}
```

Håller relationerna reflexivitet, symmetri och transivitet för equals-metoderna för dessa två klasser? Om inte, vilken eller vilka relationer håller inte? Om någon av relationerna inte håller, hur borde man implementerat equals istället?

### Uppgift 3

Betrakta nedanstående klass:

```
public class Product {
    final private int productNumber;
    private String name;
    private String description;
    private int price;
    //code not of interest here
}
```

Klassen behöver förses med metoderna `equals` och `hashCode`. Nedan ges tre möjliga implementationer av `equals` respektive tre möjliga implementationer av `hashCode` :

equals version 1:

```
public boolean equals(Object obj) {
    if (this == obj)
        return true;
    if (obj == null)
        return false;
    if (getClass() != obj.getClass())
        return false;
    Product other = (Product) obj;
    return productNumber == other.productNumber ;
}
```

equals version 2:

```
public boolean equals(Object obj) {
    if (this == obj)
        return true;
    if (obj == null)
        return false;
    if (getClass() != obj.getClass())
        return false;
    Product other = (Product) obj;
    return name.equals(other.name) &&
        productNumber == other.productNumber ;
}
```

equals version 3:

```
public boolean equals(Object obj) {
    if (this == obj)
        return true;
    if (obj == null)
        return false;
    if (getClass() != obj.getClass())
        return false;
    Product other = (Product) obj;
    return name.equals(other.name) &&
        description.equals(other.description);
}
```

hashCode version 1:

```
public int hashCode() {
    return productNumber;
}
```

hashCode version 2:

```
public int hashCode() {
    return name.hashCode() + productNumber;
}
```

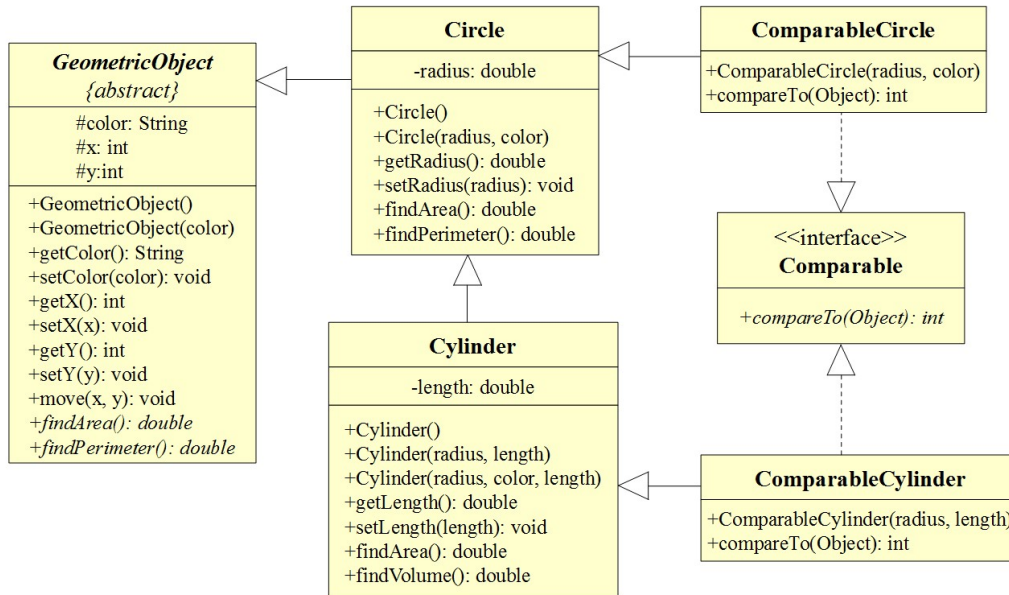
hashCode version 3:

```
public int hashCode() {
    return name.hashCode();
}
```

- Med vilka versioner av `equals` kan *version 1* av `hashCode` kombineras utan att bryta det kontrakt som *The Java Language Specification* specificerar. Motivera ditt svar!
- Med vilka versioner av `equals` kan *version 2* av `hashCode` kombineras utan att bryta det kontrakt som *The Java Language Specification* specificerar. Motivera ditt svar!
- Med vilka versioner av `equals` kan *version 3* av `hashCode` kombineras utan att bryta det kontrakt som *The Java Language Specification* specificerar. Motivera ditt svar!
- Vilken version av `equals` är lämpligast att använda. Motivera ditt svar!

## Uppgift 4

På en nyligen avslutad grundkurs i objektorienterad programutveckling illustrerades arv med följande klasser och interface (för att avbilda geometriska objekt som har en viss färg och en viss placering i det tvådimensionella rummet):



Det är i och för sig något suspekt att kunna positionera tredimensionella objekt i ett tvådimensionellt rum, men bortse från detta när du besvarar nedanstående frågor.

- Identifiera och förklara de brister som finns i ovanstående design med avseende på de arvsrelationer som finns.
- Betrakta synligheten av instansvariablerna i respektive klass. Kommentera!
- Betrakta uppsättningen konstruktörer i respektive klass. Kommentera!
- Finns det något att säga om hur tillstånden i klassen `GeometricObject` har avbildats (dvs vilka instansvariabler som har specificerats och typerna på dessa).
- Implementationen av klassen `ComparableCircle` har följande utseende:

```

public class ComparableCircle extends Circle implements Comparable {
    //kod för konstruktörer utelämnad
    public int compareTo(Object o) {
        if (o instanceof ComparableCircle) {
            if (getRadius() > ((Circle) o).getRadius()) {
                return 1;
            } else if (getRadius() < ((Circle) o).getRadius()) {
                return -1;
            } else {
                return 0;
            }
        }
        throw new IllegalArgumentException();
    }
}
  
```

Klassen borde implementera det generiska gränssnittet `Comparable<E>` och inte det *råa* gränssnittet `Comparable`. Varför? Skriv om klassen så den implementerar gränssnittet `Comparable<E>`.

## Uppgift 5

Betrakta nedanstående två klasser för att representera punkter i planet respektive polygoner:

```
public class Point {
    private int x, y;
    public Point(int x, int y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }
    public int getX() {
        return x;
    }
    public void setX(int x) {
        this.x = x;
    }
    public int getY() {
        return y;
    }
    public void setY(int y) {
        this.y = y;
    }
}
```

```
public class Polygon {
    private ArrayList<Point> points;
    private int noOfPoints;
    //constructors and methods not shown here.
}
```

- Skriv en `clone`-metod för klassen `Point`, samt ange vad som i övrigt behöver göras för att klassen `Point` skall bli kloningsbar.
- Skriv en `clone`-metod, som returnerar en djup kopia, för klassen `Polygon`, samt ange vad som i övrigt behöver göras för att klassen `Polygon` skall bli kloningsbar.

## Uppgift 6 Samma kontra lika

Betrakta nedanstående klass:

```
public class References {
    public static void main(String[] args) {
        stringRefs();
        integerRefs();
    }

    private static void printIntegerEq(String exp, boolean b) {
        System.out.println(exp + " -> " + b);
    }

    private static void printStringIdEq(String aName, String bName ,Object a, Object b) {
        System.out.println(aName + " == " + bName + " -> " + (a == b) + "\n"
            + aName + ".equals(" + bName + ") -> " + a.equals(b));
    }

    private static void stringRefs() {
        String s1 = new String("False");
        String s2 = new String("False");
        printStringIdEq ("s1", "s2", s1, s2);
        String s3 = "True";
        String s4 = "Tr" + "ue";
        printStringIdEq ("s3", "s4", s3, s4);
        String s5 = "False";
        String sx = "F";
        String s6 = sx + "alse";
        printStringIdEq ("s5", "s6", s5, s6);
    }

    private static void integerRefs() {
        Integer i = new Integer(2);
        Integer j = new Integer(2);
        printIntegerEq ("i >= j", i >= j);
        printIntegerEq ("i == j", i == j);
        printIntegerEq ("i == 2", i == 2);
    }
}
```

När `main`-metoden exekveras erhålls följande utskrifter:

```
s1 == s2 -> false      s1.equals(s2) -> true
s3 == s4 -> true      s3.equals(s4) -> true
s5 == s6 -> false      s5.equals(s6) -> true
i >= j -> true
i == j -> false
i == 2 -> true
```

Troligen är inte detta vad man förväntar sig! För att förstå varför utskriften blir som den blir måste man söka förklaringen i hur Java har implementerar klassen `String` och omslagsklassen `Integer`. Slå upp detta i *The Java Language Specification, Java SE 8 Edition* (delkapitel 3.10.5 respektive 5.1.1 – 5.1.8) och förklara sedan resultatet i ovanstående utskrift.