

שפות תכנות -- מבחן מועד ב', סמסטר א', 2022/2023

- יש לענות אך ורק בטופס המבחן. מחברת הבחינה לא תיבדק.
- המחלקה למדעי המחשב
- מרצה: ד"ר יוני זוהר
- מתרגל: צביקה ברגר
- חומר עזר חיצוני: אין
- משך המבחן: 180 דקות
- מומלץ להשתמש במחברת הבחינה כדי לכתוב טיוטה של התשובות, ואז להעתיקן למקום המתאים בטופס.
- במידת הצורך, בסוף הטופס ישנם דפים נוספים בהם ניתן לכתוב תשובות לשאלות.
- בהצלחה!
- שוב: יש לענות אך ורק בטופס המבחן. מחברת הבחינה לא תיבדק.

1. להלן ריצה אינטראקטיבית של *utop*, האינטרפרטר של *OCaml*. שורה שמתחילה ב"*utop #*" היא שורת קלט מהמשתמש. שורה ללא *utop #* היא התשובה של *utop*. מהריצה הושמטו חלקים, המסומנים בקו. השלימו אותם. אם מתקבלת שגיאה, אין צורך לרשום אותה במדויק, ומספיק לרשום *error*.

(א)

```
utop # let uncurry = (fun f -> (fun (x,y) -> ((f x) y)));;
```

```
val uncurry : _____ = <fun>
```

(ב)

```
utop # let f = fun x -> fun y -> x+y;;
```

```
_____
```

(ג)

```
utop # (uncurry(f))(3,4);;
```

```
_____
```

(ד)

```
utop # (uncurry(f))(4)(3);;
```

```
_____
```

(ה)

```
utop # (uncurry(f))(4);;
```

```
_____
```

2. להלן קטע קוד באוקמל שחלקו הושמט.

```
let rec fold_right = fun f l init -> match l with  
  [] -> init  
  | h::t -> f h (fold_right f t init);;
```

```
let f = _____;;
```

```
let init = _____ ;;
```

```
let leng = fun ell -> fold_right f ell init;;
```

(א) השלימו את ההגדרות של f ו- $init$ כך ש- $leng$ תהיה פונקציה שמקבלת רשימה ומחזירה את מספר האיברים שבה.

(ב) מה הטיפוס של $fold_right$?

```
let rec rev = fun l -> match l with
  [] -> []
  | h::t -> (rev t) @ [h];;
```

הוכיחו באינדוקציה כי $rev(rev(l)) = l$ תוכלו להשתמש בלמות הבאות מבלי להוכיח אותן:

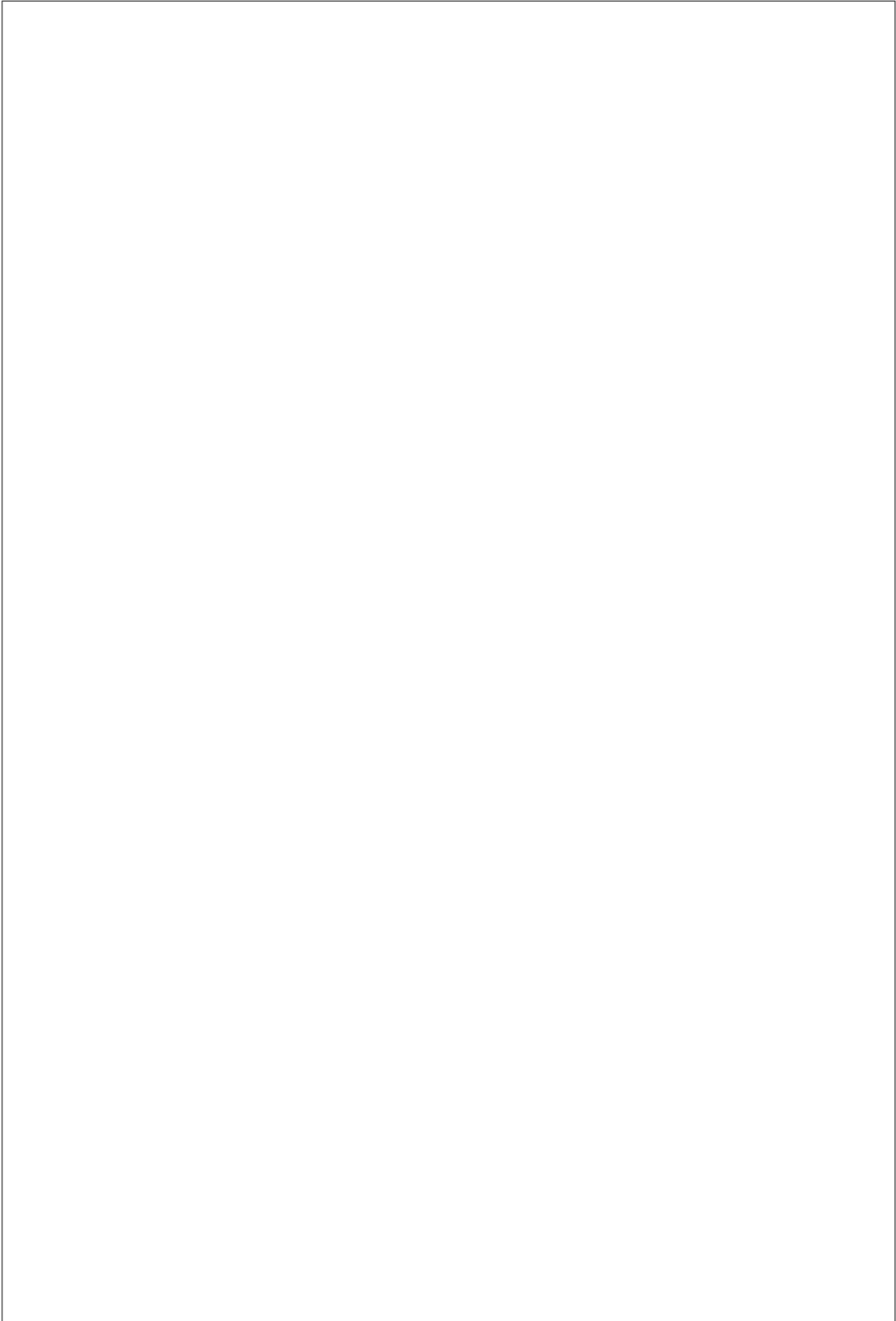
$$rev(l_1 @ l_2) = rev(l_2) @ rev(l_1) \quad (\alpha)$$

$$[h] @ t = h :: t \quad (\beta)$$

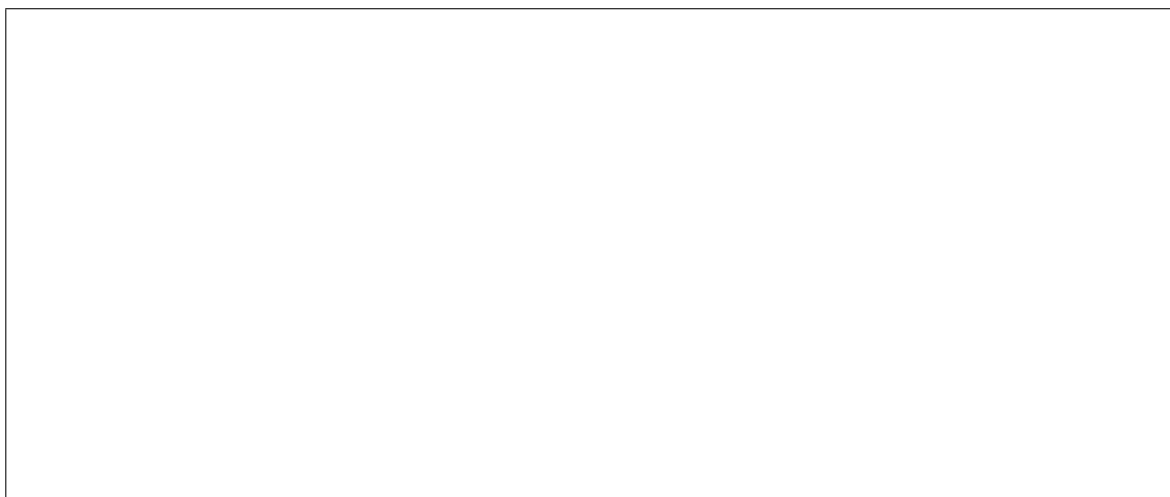
$$[] @ t = t \quad (\gamma)$$



4. הוכיחו: לכל שני מצבים s, s' מתקיים בסמנטיקה הטבעית:
אם $\langle S_1; S_2, s \rangle \rightarrow s'$ אז $\langle (S_1; skip); (S_2; skip), s \rangle \rightarrow s'$.

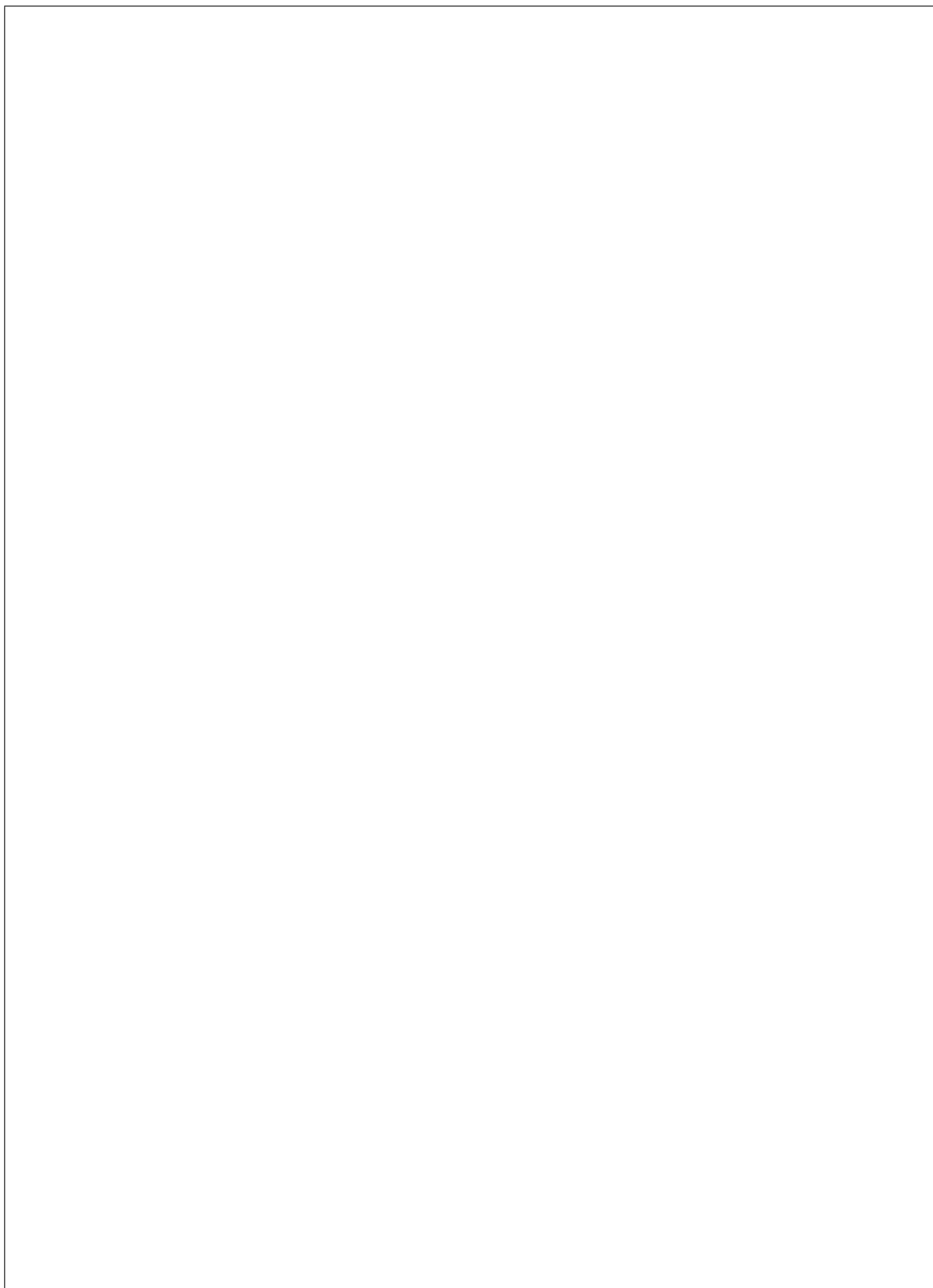


5. הגדירו קומבינטור ttt שיקיים $c_n = c_{2^n}$ לכל n טבעי. מותר להשתמש בקומבינטורים מדף הנוסחאות מבלי להגדירם מחדש. כל קומבינטור אחר שתוצו להשתמש בו, יש להגדיר במפורש.



6. הפעילו רדוקציות β על הביטוי הבא עד שתגיעו לביטוי שממנו לא ניתן לעשות רדוקציית β . הבהרה: הביטוי שאיתו תסיימו, אסור שיהיה ניתן לבצע ממנו רדוקציית β לפי שום אסטרטגיה.

$$((\lambda x. ((\lambda y. (x y)) x)) (\lambda z. w))$$



(א) הוכיחו על ידי שימוש בכללי ההטפסה:

$\vdash \lambda x : Bool. \lambda y : Bool \rightarrow Bool. y x : Bool \rightarrow ((Bool \rightarrow Bool) \rightarrow Bool)$

(ב) מצאו T_1, T_2, T_3 כך ש- $x : T_1, y : T_2, f : T_3 \vdash (f x) y : Bool$

(א) רשמו את המשוואות המתאימות לבעיית הסקת הטיפוסים של הביטוי הבא: $fun\ x \rightarrow (fun\ y \rightarrow x\ y)$

(ב) הציגו החלפה σ שמאחדת את המשוואות מהסעיף הקודם.

(ג) מהו הטיפוס של הביטוי $fun\ x \rightarrow (fun\ y \rightarrow x\ y)$? מותר להשתמש בסעיפים קודמים אך אין חובה לעשות זאת.

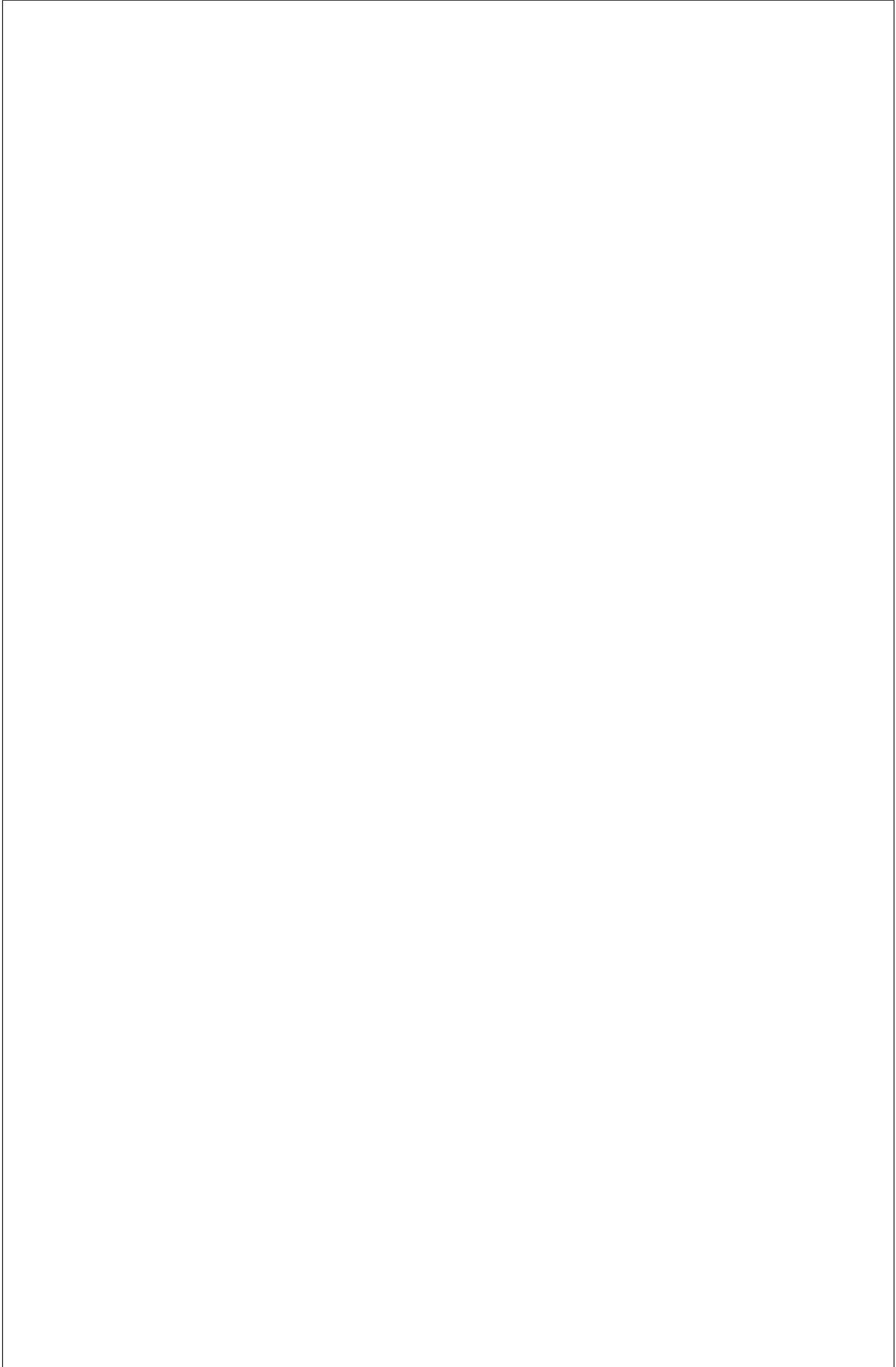
9. כתבו פונקציה בפרולוג בשם *compress* שמוחקת איברים עוקבים כפולים ברשימה. להלן ריצה לדוגמה:

?- `compress([a,a,a,a,b,c,c,a,a,b,e,e,e,e],X)`.
`X = [a,b,c,a,b,e]`



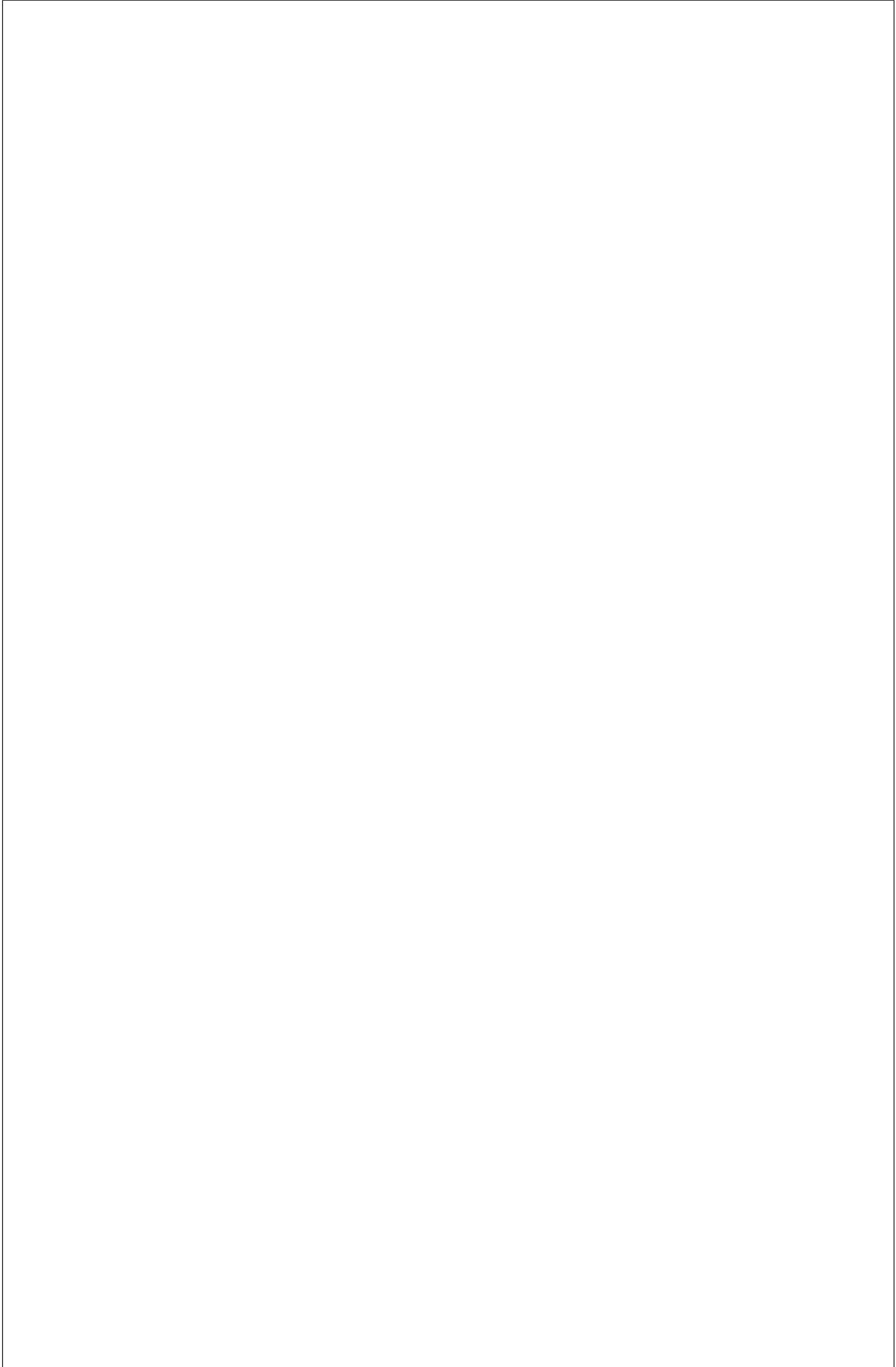
10. להלן קוד בג'אווה סקריפט עם חלקים שהושמטו, שמטרתו היא לממש את פונקציית פיבונאצ'י עם *memoization*. השלימו את המקומות החסרים. ניתן לכתוב מספר פקודות באותה השורה, אך במקרה כזה יש להפרידן ב-*;*. תזכורת: סדרת פיבונאצ'י היא $1, 1, 2, 3, 5, 8, \dots$. כל איבר מלבד שני האיברים הראשונים הוא סכום שני האיברים שקדמו לו. על הפונקציה להחזיר לכל $n \geq 1$ את מספר פיבונאצ'י ה- n .

```
let cache = [];  
  
cache[1] = _____  
cache[2] = _____  
  
function memoizeFibonacci(n) {  
    if (cache[n]) {  
        _____  
    } else {  
        _____  
    }  
}
```









A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page. It is intended for the student to write their answers to the question.