

71031 פיזיקה א' (מורחב) – בוחן אמצע סמסטר
6 בדצמבר 2019

שאלה 1 [15 נקודות]

חובה לפתור את השאלה בעזרת שיטת "המרת שרשרת" שלמדנו בכיתה (factor-label method). גלילאו, האב המייסד של הפיזיקה, נפטר בן 78, בשנת 1642. כל פעם שאנחנו נושמים, אנחנו מכניסים פנימה מולקולות אוויר שפעם היו בראות של גלילאו. אבל כמה בדיוק? נניח כי:

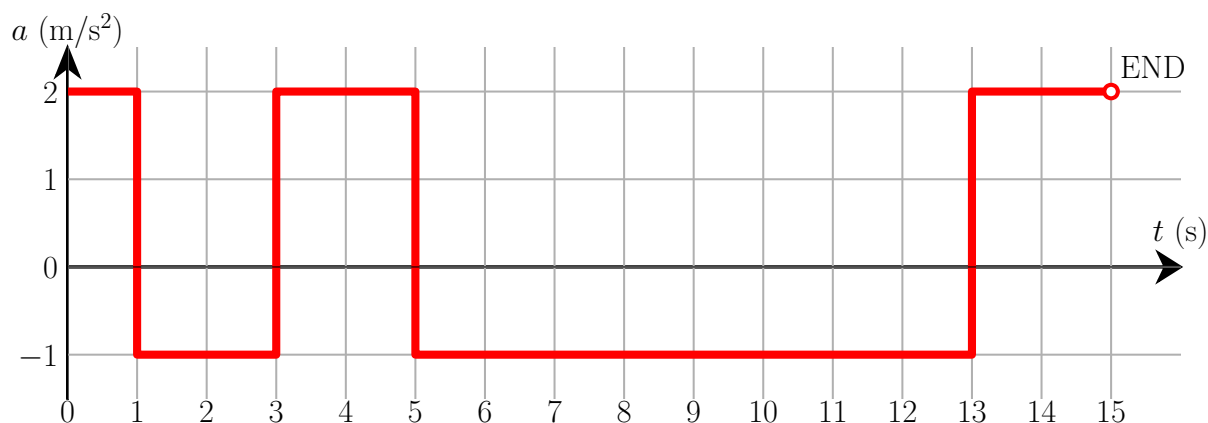
- אדם נושם במוצע 16 נשימות בדקה.
- נפח ממוצע של נשימה הוא 0.5 ליטר.
- ליטר של אוויר מכיל 2.7×10^{22} מולקולות.
- יש באטמוספירה 1.0×10^{44} מולקולות (בעיקר חנקן וחמצן).
- גלילאו תמיד נשם אוויר שאף פעם לא היה בתוך הריאות שלו, ובחלוף המאות כל האוויר שהוא נשם התפזר באופן אחיד על פני כל האטמוספירה. בנוסף, נניח שאותן מולקולות שגלילאו נשם לא התפרקו או עברו ריאקציות כימיות אחרות. כל ההנחות האלה פחות מציאותיות, אבל מקלות בהרבה על החישוב.

- א. [5 נקודות] חשבו את הכמות הכוללת של מולקולות שנשם גלילאו במשך חייו.
- ב. [5 נקודות] חשבו את החלק היחסי של האטמוספירה שמורכב ממולקולות שגלילאו פעם נשם.
- ג. [5 נקודות] קחו נשימה (ממוצעת). חשבו את מספר המולקולות שהיו פעם בריאות של גלילאו ועכשיו הן בריאות שלכם.

שאלה 2 [30 נקודות]

גוף הנמצא במנוחה בראשית ציר ה- x מתחיל לנוע, עם תאוצה לפי הגרף למטה. הניחו כי התנועה היא על פני ציר x בלבד.

- א. [12 נקודות] שרטטו גרף של המהירות v כתלות בזמן, וציינו ערכים מדוייקים בגרף.
- ב. [10 נקודות] באיזה רגע בזמן יהיה המיקום של הגוף הכי רחוק (בערך מוחלט) מראשית הציר? נמקו.
- ג. [8 נקודות] מה המרחק הזה במטרים? נמקו.



שאלה 3 [30 נקודות]

- תוחח יורה שני כדורים באותו גודל מהירות של 60 m/s על פני מישור אופקי. כדור A נורה בזווית 55° מעל האופק, וכדור B נורה בזווית 35° מעל האופק.
- א. [10 נקודות] ציירו תמונה של הבעיה, הגדירו מערכת צירים קרטזית, ורשמו את כל הגדלים הרלוונטיים בצורה וקטורית.
- ב. [10 נקודות] פתחו נוסחה עבור טווח הפגיעה d כתלות בזווית α של התוחח מעל האופק. עשו זאת בצורה פרמטרית, כלומר, על ידי שימוש בנתוני השאלה: גודל המהירות ההתחלתית של הכדור הוא v_0 , תאוצת הכובד היא g , ומסת הכדור היא m .
- ג. [5 נקודות] איזה כדור הגיע יותר רחוק? השתמשו בנוסחה שמצאתם בסעיף ב'. מה טווח הפגיעה שלו? [במטרים]
- ד. [5 נקודות] כמה שניות כל אחד מהכדורים בילה באוויר?

שאלה 4 [25 נקודות]

- גוף בעל מסה $m = 5 \text{ kg}$ נח על מדרון משופע, כאשר מקדם החיכוך הסטטי בינו לבין המדרון שווה $\mu_s = 0.3$ (ראו תרשים 1). חוט חסר מסה מחבר בין הגוף לקיר בקצה העליון של המדרון, אך החוט אינו מתוח.
- א. [5 נקודות] שרטטו דיאגרמת גוף חופשי עבור הגוף. הגדירו מערכת צירים קרטזית ורשמו ביטוי וקטורי עבור כל הכוחות שפועלים עליו.
- ב. [10 נקודות] באופן הדרגתי מעלים את הזווית α בין המישור לאופק. מה תהיה הזווית הגדולה ביותר (נקרא לה α_0) שעבורה הגוף לא יחליק למטה? בטאו את הערך הזה בצורה פרמטרית, בעזרת הנתונים של הבעיה (m, μ_s, g , וכו'), וגם רשמו את הערך המספרי של הזווית.
- ג. [5 נקודות] נעלה עכשיו את המדרון לזווית $\alpha_1 = 30^\circ$, ונִיִּתֵן לגוף להחליק למטה עד שהחוט יהיה מתוח ויעצור אותו באופן פתאומי (נניח שהחוט רפוי לאורך כל ההחלקה). נתון כי מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף למדרון שווה $\mu_k = 0.25$. מהו האורך L שהגוף עבר, בהינתן שזמן ההחלקה היה 1 s ? [תשובה במטרים]
- ד. [5 נקודות] מה יהיה גודל המתיחות בחוט אחרי שהגוף ייעצר?

בהצלחה!

נוסחאות

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}t$$

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$$

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 + \vec{a}t$$

$$v^2 = v_0^2 + 2\vec{a} \cdot \Delta\vec{r}$$

$$\vec{F}^{\text{net}} = \Sigma \vec{F} = m\vec{a}$$
