

# 71031 פיזיקה א' (מורחב) – מועד ב'

## 2 במרץ 2021

### שאלה 1 [20 נקודות]

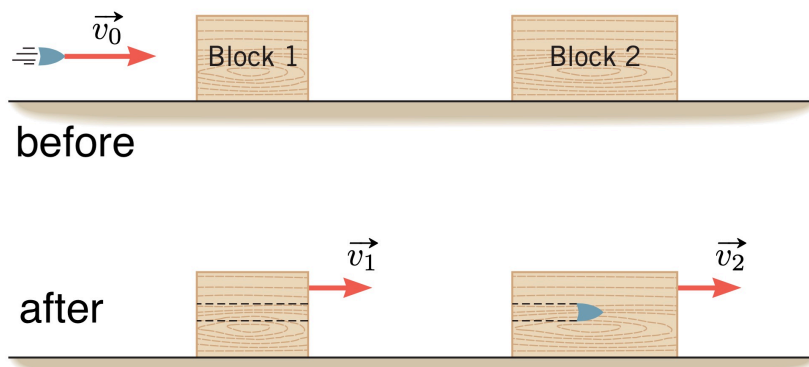
המטבע המוצפן "ביטקוין" (Bitcoin, BTC) שווה 38300 ש"ח, והוא מחולק למאה מיליון יחידות משנה הנקראות "סאטושי" (sat) על-שם יוצר המטבע Satoshi Nakamoto. תהליך הנפקת מטבעות חדשים מכונה "כרייה", באנלוגיה לכריית זהב. תהליך זה מצריך מספר גדול של חישובי מחשב הנקראים גיבוב (hashing), או בקיצור H. כל המְחֻשְּׁבִים בעולם העוסקים בכריית ביטקוין מְחֻשְּׁבִים בערך  $140 \times 10^{12}$  H בשנייה, וכתוצאה מזה 6.25 מטבעות ביטקוין נוצרים כל 10 דקות. נ"ב: כל הנתונים בבעייה נכונים לתאריך 10 באוקטובר 2020.

- 1.1 [4 נקודות] בתהליך כריית הביטקוין, כמה חישובי גיבוב H שווים לסאטושי אחד?
- 1.2 [4 נקודות] מה הערך (במיליוני שקלים חדשים) של כל מטבעות הביטקוין הנוצרים ביממה אחת?
- 1.3 [4 נקודות] קשה לשער כמה אנרגיה הוציאו על כריית ביטקוין, אך מומחים מעריכים כי זה קרוב ל-65 TWh (טרהוואט-שעה) בשנה אחת. (רק לשם השוואה, צריכת החשמל של ישראל בשנת 2018 הייתה 69 TWh. בהינתן שקילוואט-שעה של חשמל עולה 0.05 USD, כמה כסף (בדולרים) עלה החשמל של כריית הביטקוין בכל העולם באותה השנה?
- 1.4 [4 נקודות] לכמה דולרים שווה כל הביטקוין שנוצר בשנה אחת? הניחו כי  $1 \text{ USD} = 3.4$ .
- 1.5 [4 נקודות] כמה אחוזים מהשווי של הביטקוין הולך להוצאות חשמל בלבד?

### שאלה 2 [30 נקודות]

כדור בעל מסה 4.00 g נע לכיוון ימין במהירות  $v_0 = 355 \text{ m/s}$ . הכדור בא לקראת שני בלוקים היושבים על משטח אופקי חסר חיכוך. הכדור עובר דרך בלוק 1 ובסוף נבלע לתוך בלוק 2, כפי שרואים בחלק התחתון בתמונה. שני הבלוקים נעים ימינה אחרי הפגיעה. מסת בלוק 1 היא  $m_1 = 1150 \text{ g}$ , ומהירותו היא  $v_1 = 0.550 \text{ m/s}$  אחרי שהכדור עובר דרכו. מסת הבלוק השני היא  $m_2 = 1530 \text{ g}$ .

- 2.1 [10 נקודות] מה גודל המהירות  $v_2$  של בלוק 2 אחרי שהכדור נבלע לתוכו? האם הבלוקים יתנגשו?
- 2.2 [10 נקודות] כמה אנרגיה הפכה לחום?
- 2.3 [10 נקודות] איזה טווח מסות לבלוק 2 היה מבטיח התנגשות בין שני הבלוקים?



## שאלה 3 [25 נקודות]

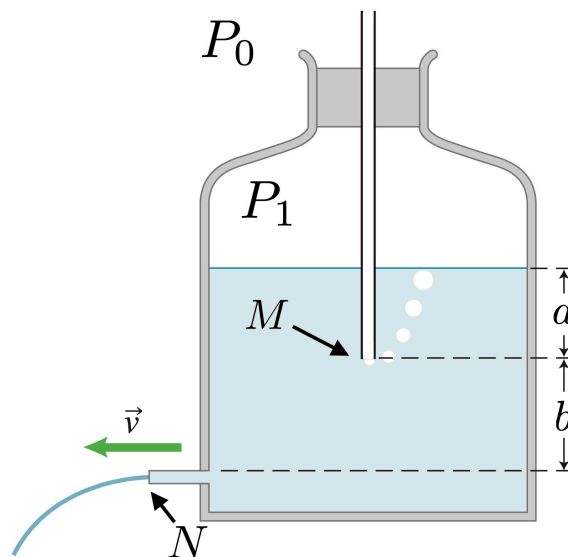
בקבוק מריוט (Mariotte) הוא התקן שנותן ספיקה קבועה. סוגרים בקבוק מלא במים עם פקק אטום לגמרי, ובו צינור שמאפשר לאוויר להיכנס ולבעבע לתוך המים. המים יוצאים במהירות קבועה דרך פתח תחתון (נקרא לו  $N$ ) כל עוד מפלס המים לא יורד מתחת לנקודה התחתונה של הצינור (נקרא לה  $M$ ), שחשופה לאוויר האטמוספירה. נניח שמפלס המים יורד באופן איטי מאוד. נתונים:  $P_0$  הוא הלחץ האטמוספרי,  $P_1$  הוא לחץ האוויר בתוך הבקבוק, ו- $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  היא תאוצת הכובד.

3.1 [5 נקודות] קבלו ביטוי עבור  $P_1$  כתלות במרחק  $a$ . מי יותר גדול,  $P_0$  או  $P_1$ ?

3.2 [5 נקודות] הוכיחו כי מהירות המים בנקודה  $N$  נשמרת קבועה כל עוד מפלס המים לא יורד מתחת לנקודה  $M$ . העזרו במשוואת ברנולי.

3.3 [10 נקודות] הגדירו ציר  $y$  אנכי כלפי מעלה עם ראשית בגובה הפתח התחתון  $N$ . ציירו גרף מפורט של גודל המהירות  $v$  בנקודה  $N$  כתלות בגובה מפלס המים, בין הנקודות  $y = a$  ו- $y = 0$ .

3.4 [5 נקודות] נתון כי הבקבוק בצורת גליל בעל קוטר 20 cm, ושהפתח התחתון  $N$  בצורה מעגלית, והוא בעל קוטר 0.4 cm. כמה זמן ייקח למים לרדת מתחת לנקודה  $M$ , בהינתן  $a = 9 \text{ cm}$ ,  $b = 12 \text{ cm}$ ?



## שאלה 4 [25 נקודות]

האסטרונוטית ולנטינה תקועה מחוץ לחללית, כאשר היא מנותקת מכל דבר. 4.1 [10 נקודות] ולנטינה רוצה להגיע לחללית **במהירות מירבית**, על ידי זריקה של חפצים לכיוון הנגדי. נתון כי כל חפץ הנזרק על ידי ולנטינה מקבל בדיוק את אותה האנרגיה הקינטית. מה עדיף לאסטרונוטית? לזרוק חפץ עם מסה גדולה במהירות נמוכה, או חפץ עם מסה קטנה במהירות גבוהה? נמקו.

4.2 [10 נקודות] ולנטינה חזרה בשלום לחללית, המקיפה את כדור הארץ במסלול מעגלי בעל רדיוס  $R_1$  ובמהירות  $v_1$ . ולנטינה רוצה לעבור למסלול מעגלי יותר קרוב למרכז כדור הארץ, בעל רדיוס  $R_2$ . האם היא צריכה להפעיל את המנוע עם כיוון התנועה של החללית, או נגד כיוון התנועה? קבלו ביטוי לעבודה שהמנוע עושה על החללית. העבודה היא חיובית או שלילית?

4.3 [5 נקודות] קבלו ביטוי עבור מהירות החללית  $v_2$  במסלול מעגלי בעל רדיוס  $R_2$ . האם  $v_2$  יותר גדול או יותר קטן מאשר  $v_1$ ? [בנוסף 3 נקודות] איך זה מסתדר עם תשובתכם בסעיף הקודם? נמקו.

בהצלחה!

**נוסחאות**

עבור התנגשות אלסטית:

$$v_{A2} = v_{A1} \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} + v_{B1} \frac{2m_B}{m_A + m_B}$$

$$v_{B2} = v_{A1} \frac{2m_A}{m_A + m_B} + v_{B1} \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B}$$

$$x_{cm} = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2 + \dots + x_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

$$\vec{F} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{r}$$

$$U = -G \frac{m_1 m_2}{r}$$

$$U = mV$$

$$P = P_0 + \rho gh$$

$$P = \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gy = \text{constant}$$

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

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

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

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

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

$$F_s \leq \mu_s N; \quad F_k = \mu_k N$$

$$a_{\text{centr}} = \frac{v^2}{r}; \quad v = \omega R; \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$W = \vec{F} \cdot \vec{\Delta x} \text{ עבוד כוח קבוע: } \vec{W} = \vec{F} \cdot \vec{\Delta x}$$

$$\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2 = |\vec{v}_1| |\vec{v}_2| \cos(\theta)$$

$$E = K + U^G + U^{EL}$$

$$E_1 + W^{NC} = E_2$$

$$F = -\frac{d}{dx} U(x)$$

$$\vec{J} = \vec{F} \Delta t \text{ עבוד כוח קבוע, } \vec{J} = \vec{\Delta p}$$