4. א. הטבלה:

האנרגיה \ הנקודה	A	B	C	D	F
קינטית	0	+	+	+	0
פוטנציאלית כובדית יחסית למישור MN	+	0	+	+	+
פוטנציאלית אלסטית	0	0	0	0	+

ב. (1) לאורך מסלול התנועה מ- A ל- C פועל על הגוף כוח הכובד שהוא משמר, וכוח נורמלי שאינו עושה עבודה על הגוף. כלומר רק כוחות משמרים עושים עבודה על הגוף, לכן האנרגיה המכנית שלו נשמרת, בפרט:

$$E(A) = E(C)$$

נבחר במישור MN כמישור ייחוס עבור האנרגיה הפוטנציאלית הכובדית.

ביחס למישור זה:

$$mgH = mgh + \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$v_C = \sqrt{2g(H-h)} = \sqrt{2 \cdot 10(3-1)}$$

$$v_C = \sqrt{40} \approx 6.32 \text{ m/s}$$

(2) עבור תנועת הגוף לאורך הקטע DC נשתמש בנוסחה עבור כוחות לא משמרים (ראה בספר "מכניקה ניוטונית כרך ב" עמוד 82):

$${}_{\text{לא משמרים}}W_{A\to B} = E_B - E_A$$

ובתרגיל הנוכחי:

$${}_{\text{כוח החיכוך}}W_{C\to D} = E_D - E_C$$

$$-\mu_k N x_{CD} = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$-\mu_k mg x_{CD} = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_C^2$$

ואחרי צמצום המשוואה ב- m והצבת ערכים מספריים:

$$-0.3 \cdot 10 \cdot 1 = \frac{1}{2}v_D^2 - \frac{1}{2}(\sqrt{40})^2$$

פתרון המשואה: $v_D = \sqrt{34} \approx 5.83$ m/s

ג. בתנועת הגוף מ- D ל- F האנרגיה המכנית הכוללת נשמרת (כי רק כוחות משמרים עושים עבודה על הגוף):

$$E(D) = E(F)$$

$$\frac{1}{2}mv_D^2 = \frac{1}{2}kx_{DF}^2$$

נצמצם ב- $\frac{1}{2}$ ונציב ערכים מספריים:

$$1.5(\sqrt{34})^2 = k(0.1)^2$$

$$k = 5100 \text{ N/m}$$

ד. נסתכל על תנועת הגוף החל מגובה H (נקודה A) וכלה בנקודת עצירתו הרגעית לאורך המסלול בתנועתו מ- B ל- A, בגובה שנסמן אותו ב- H'. את הנקודה נסמן ב- A'.

$${}_{\text{לא משמרים}}W_{A\to A'} = E(A') - E(A)$$

$$-2 \cdot \mu_k mg \cdot \Delta x_{C\to D} = mgH' - mgH$$

נצמצם ב m ונציב ערכים:

$$-2 \cdot 0.3 \cdot 10 \cdot 1 = 10 \cdot H' - 10 \cdot 3$$

פתרון המשוואה: $H' = 2.4$ m

ה. הגובה גם הפעם יהיה 2.4 m. הסבר: הקפיץ מפעיל על הגוף כוח משמר, שאינו משנה את האנרגיה של הגוף.

הסבר נוסף: הביטוי שקבלנו בסעיף ד אינו תלוי בקבוע הקפיץ.