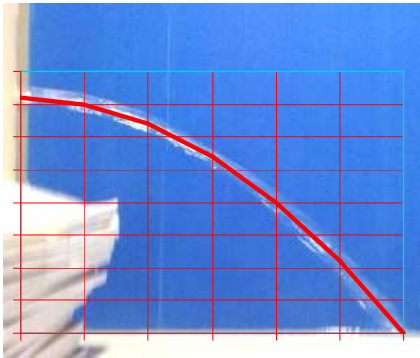


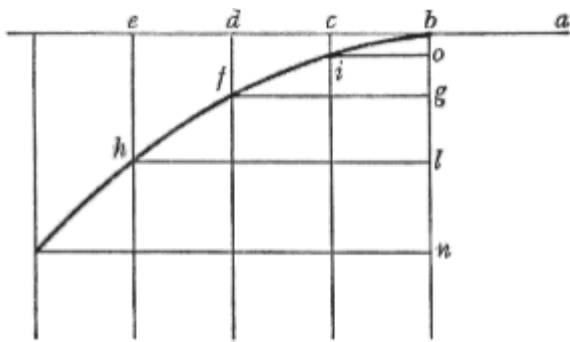
נפילה בעקבות שיגור אופקי



תיאור התנועה: גוף שמשוגר אופקית יוטה מכיוונו המקורי בגלל כוח הכובד וייפול במסלול עקום ארצה. זרמי מים מדגימים את הדבר יפה. בעקבות גלילאו, נראה עתה כי אנו מסוגלים לחשב את המסלול בדיוק. אל התצלום צורף גרף תיאורטי.

הפרדת הדיון לרכיבים: אנו עוסקים בתנועה בשני ממדים – אנכי ואופקי. ההעתק, המהירות והתאוצה הם וקטורים. במהלך התנועה יש להעתק ולמהירות רכיבים בשני הממדים (הדברים מייחסים רק למה שמתרחש בעקבות היציאה מן הנקב). לתאוצה יש רק רכיב תאוצה אנכי – גודלו מסומן ב- g וכיוונו כלפי מטה.

זה מאפשר לנו דיון יעיל תוך הפרדה לרכיבים. בכיוון האופקי אין ת (בהזנחת השפעת האוויר). בכיוון האנכי יש תאוצה קבועה. אם אנו משגרים את הכדור אופקית, אין למהירות רכיב אנכי ברגע השיגור. אם כך, אנו יודעים בדיוק איך ישתנו הרכיבים האנכיים של ההעתק והמהירות, שהרי פתרנו קודם את הנפילה האנכית החופשית בעקבות שחרור ממנוחה.



הרכיב האופקי של התנועה: בהעדר התנגדות אוויר אין כוח בכיוון אופקי ומכאן שאין תאוצה ברכיב האופקי. רכיב המהירות האופקי הוא, אפוא, קבוע, ולכן הוא שווה למהירות ההתחלתית, שהייתה אופקית. נסמן אותה ב- u_0 . אם נבחר כי בנקודת השיגור יתקיים $x=0$, הרי שמתקיים כי $x = u_0 t$. בכיוון האופקי הגוף עובר העתקים שווים בזמנים שווים.

הרכיב האנכי של התנועה: בכיוון האנכי הכוח קבוע ולכן גם התאוצה קבועה. כיוונה הוא כלפי מטה. גודלה מסומן ב- g . מצאנו כי הקשר בין זמן הנפילה (t) לבין y

הוא $y = gt^2/2$. בכיוון האנכי הגוף עובר מרחקים שהולכים וגדלים בקצב קבוע בזמנים שווים. הציוור מספרו של גלילאו ממחיש את הדברים.¹

שאלות כמותיות: צמד הנוסחאות $x = u_0 t$ ו- $y = gt^2/2$, מאפשר לנו להביא תלמידים להתנסות בשימוש בכלי מתמטי לניתוח תרחישים ולחישוב תוצאות כמותיות בשני ממדים. הפעם אפשר לפתור שתי משוואות בשני נעלמים. בשאלה אופיינית שניים מן הגדלים x, y, u_0, g ו- t יהיו נעלמים. היתר אמורים להיות נתונים. דוגמאות של שאלות כאלה תמצאו בסוף היחידה.

צורת המסלול: המסלול מתואר על ידי משוואה שמציגה את y כפונקציה של x . נעשה זאת בפרמטרים.

$$x = u_0 t \Rightarrow t = \frac{x}{u_0}$$

$$y = \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow y = \frac{1}{2} g \left(\frac{x}{u_0} \right)^2$$

התנועה הדו ממדית היא צירוף של שתי תנועות, אופקית ואנכית שמתרחשות בו זמנית. משתי הנוסחאות נוכל קבל את צורת המסלול - $y(x)$.

$$y = \frac{g}{2u_0^2} x^2$$

הקשר הוא ריבועי והוא מתואר באופן גרפי על ידי פרבולה.²

¹ גלילאו בחר את הכיוון החיובי של ציר x שמאלה. זו אינה הבחירה השגרתית (זוהי בחירה "עברית" – מימין לשמאל), אך היא כשרה לחלוטין, כפי שבחירת ציר כלפי מטה אינה פחות כשרה מבחירת ציר כלפי מעלה.

² למרבה הצער, לא נוכל לראות בנוסחה את המקרה של נפילה אנכית מפני שבמקרה זה המונה והמכנה מתאפסים.