

פיתוח

משחקי מחשב

חוקי הפיסיקה

אראל סגל-הלוי

# פיסיקה

המטרה: בניית עולם מציאותי.

- קינמטיקה = התנועה של גוף במרחב ובזמן.
- דינמיקה = הכוחות הגורמים לתנועה.

# קינמטיקה

קינמטיקה = התנועה של גוף במרחב ובזמן.

- מיקום - position:

$x, y, z$  [meter]

- מהירות - velocity:

$$v_x = \Delta x / \Delta t \quad v_y = \Delta y / \Delta t \quad v_z = \Delta z / \Delta t \quad [\text{meter/sec}]$$

- תאוצה - acceleration:

$$a_x = \Delta v_x / \Delta t \quad a_y = \Delta v_y / \Delta t \quad a_z = \Delta v_z / \Delta t \quad [\text{meter/sec}^2]$$

- תאוצת הכבידה על פני כדור הארץ:

$$a_x = 0 \quad a_y \cong -10 \quad a_z = 0 \quad [\text{meter/sec}^2]$$

# קינמטיקה

אדם קופץ מהרצפה. מהירותו ברגע הקפיצה: 20 מטר/שניה.

1. תוך כמה זמן יעצור?

$$\Delta v / a = \Delta t$$

$$-20 \text{ [m/s]} / -10 \text{ [m/s}^2\text{]} = 2 \text{ [s]}$$

2. לאיזה גובה יגיע?

$$v * \Delta t = \Delta x$$

$$(20+0)/2 \text{ [m/s]} * 2 \text{ [s]} = 20 \text{ [m]}$$

$$v^2 / (2 a) = \Delta x$$

$$a * (\Delta t)^2 / 2 = \Delta x$$

# קינמטיקה

CharacterController - רכיב למשחק עם קינמטיקה בלבד  
(ללא כוחות):

- אפשר להזיז אותו בעזרת השיטה Move;
- הוא לא עובר דרך Collider פיסיקלי;
- הוא יכול לטפס על מדרגות עד גובה מסויים, ועל שיפועים עד זווית מסוימת;
- כל השאר - על אחריותנו.

# דינמיקה

דינמיקה = הכוחות הגורמים לתנועה.

- כוח - Force; מסה - mass:  
 $F_x, F_y, F_z$  [Newton];  $m$  [kg]
- החוק השני של ניוטון: התאוצה של גוף עומדת ביחס ישר לסכום הכוחות הפועלים עליו:  
$$a = (\sum F) / m$$
- החוק השלישי של ניוטון:  
אם גוף א מפעיל כוח  $F$  על גוף ב,  
אז גוף ב מפעיל כוח  $-F$  על גוף א.

# דינמיקה

קוביה נעה במהירות 20 מטר לשניה, ומתנגשת בקוביה אחרת באותה מסה הנמצאת במנוחה. לאחר ההתנגשות שתי הקוביות נעות יחד באותה מהירות. מהי מהירות זו?

נסמן:  $F$  - הכוח המופעל על הקוביה הנחה;  $\Delta t$  - זמן ההתנגשות.

- $v = 0 + (F/m) * \Delta t$
- $v = 20 - (F/m) * \Delta t$
- $v = 20 / 2 = 10$

# דינמיקה

[RigidBody [Dynamic] - רכיב למשחק עם כוחות.

- AddForce - הוספת כוח;
- AddTorque - הוספת כוח סיבובי.

ForceMode:

- Force:  $v += (F/m) * \Delta t$
- Acceleration:  $v += (F) * \Delta t$
- Impulse:  $v += (F/m)$
- VelocityChange:  $v += (F)$



# דינמיקה

## חומרים פיסיקליים

ניתן להצמיד לכל מתנגש, חומר פיסיקלי עם מאפיינים:

- Bounciness - מקדם האלסטיות:  $0 = \text{פלסטיק}$ ,  $1 = \text{גומי}$ .

- Friction = מקדם החיכוך:  $0 = \text{קרח}$ ,  $1 = \text{דבק}$ .

- Dynamic Friction - כוח הפועל על גוף הנע על משטח, בניגוד

לכיוון התנועה.

- Static Friction - כוח הפועל על גוף הנח על משטח, בניגוד

לכיוון הכוחות המנסים להניע אותו.

הערה: Drag = כוח הפועל על גוף הנע דרך נפת, בניגוד לכיוון התנועה;

# התנגשויות פיסיקליות

## אירוע התנגשות פיסיקלי - COLLISION

- collision.collider - במי התנגשנו;
- collision.velocity - באיזו מהירות;
- collision.impulse - באיזה כוח\*זמן;

# התנגשויות פיסיקליות

## שליחת קרניים - RAYCASTING

ניתן לשלוח מעין "קרן לייזר" מנקודה מסויימת לכיוון מסויים, ולבדוק באיזה מתנגשים היא פגעה.

- במנוע הדו-ממדי: `Physics2D.Raycast` (הפגיעה הראשונה / כל הפגיעות).
- `Physics.Raycast` (הפגיעה הראשונה) / `Physics.RaycastAll` (כל הפגיעות).

`Debug.DrawRay` - ציור קרן בחלון הסצינה בלבד.

# רכיבים פיסיקליים

- Effector - רכיב המפעיל כוח.
- Joint - רכיב המחבר שני גופים.

# אפקטורים - מפעילי כוח

1. SurfaceEffector - משטח - למשל סרט נע  
▪ (collision collider)
2. AreaEffector - איזור - למשל רוח  
▪ (trigger collider)
3. PointEffector - נקודה - למשל מגנט  
▪ (collision collider + trigger collider)
4. BuoyancyEffector - ציפה - למשל מים או ג'לי  
▪ (trigger collider)
5. PlatformEffector - פלטפורמה - כמו כאן  
▪ (collision collider)

# מחברים

1. DistanceJoint - מוט באורך קבוע.
2. SpringJoint - קפיץ ( $F = k \cdot x$ ).
3. HingeJoint - ציר.
4. SliderJoint - החלקה - למשל דלת הזזה.
5. WheelJoint - גלגל.

# פיסיקה - סיכום

המנוע הפיסיקלי של יוניטי נותן לכם המון כלים לעיצוב עולם מציאותי או דמיוני.



איזה עולם תעצבו? זה בידיים שלכם.