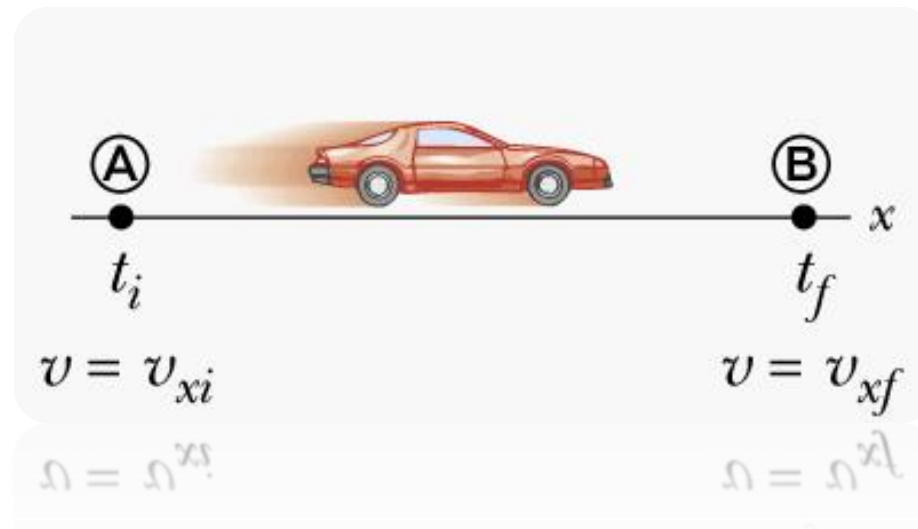


การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ

- การกระจัด ความเร็ว และ อัตราเร็ว
- ความเร่ง
- การเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่
- การเคลื่อนที่ในแนวโค้ง

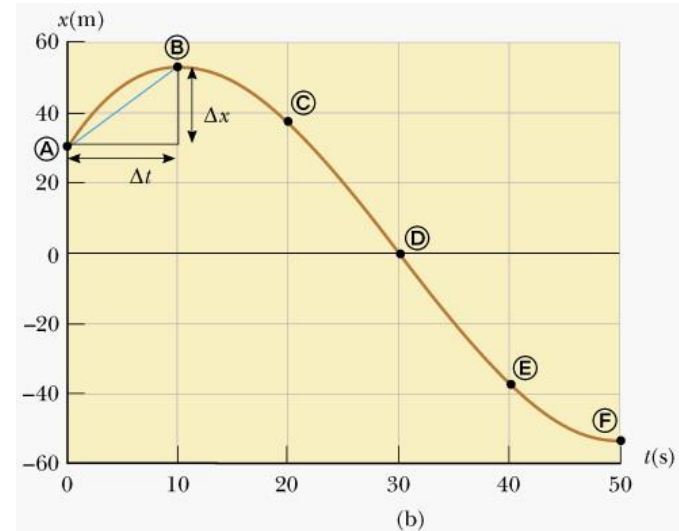
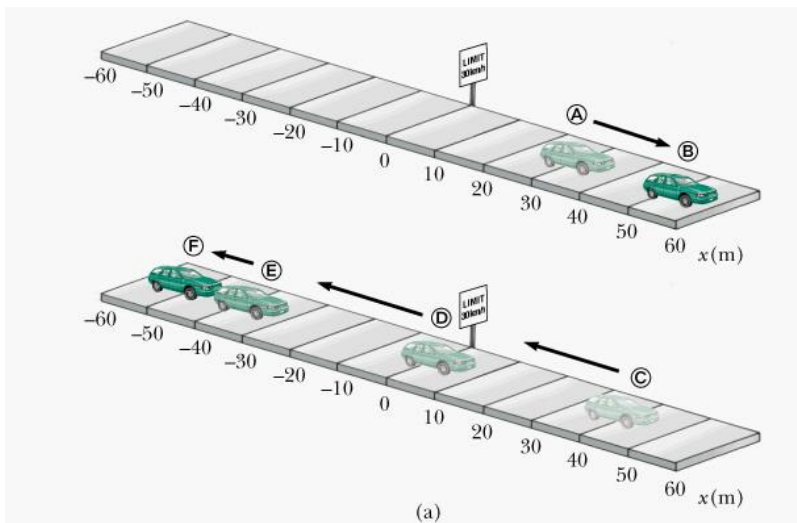


การกระจัด ความเร็วและ อัตราเร็ว

- การกระจัด (Displacement) คือ การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุจากตำแหน่งใด ๆ (x_f) เทียบกับตำแหน่งเริ่มต้น (x_i)

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_f - \vec{x}_i \quad (1.1)$$

รถยนต์กำลังเคลื่อนที่ไป-กลับในแนวเส้นตรง



ความเร็วและอัตราเร็ว

- ความเร็วเฉลี่ย (Average velocity) คือ อัตราส่วนของการกระจัดต่อเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)
- อัตราเร็วเฉลี่ย (Average Speed) คือ อัตราส่วนของระยะทางต่อเวลา เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

ความเร็วเฉลี่ย

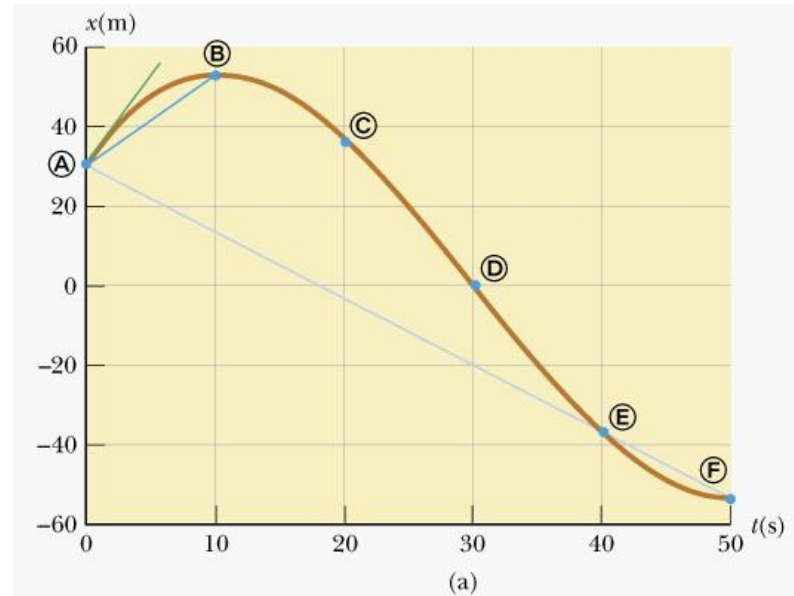
$$\vec{v}_x = \frac{\text{การกระจัด}}{\text{ช่วงเวลา}} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \quad (1.2)$$

อัตราเร็วเฉลี่ย

$$v = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{ช่วงเวลา}} = \frac{s}{t} \quad (1.3)$$

ตัวอย่าง 1 รถยนต์คันหนึ่งเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง บันทึกตำแหน่งและเวลาของการเคลื่อนที่ได้ผลดังตารางและรูป จงหาการกระจัด ความเร็วและอัตราเร็วเฉลี่ยระหว่างตำแหน่ง A และ F

ตำแหน่ง	เวลา (s)	x(m)
A	0	30
B	10	52
C	20	38
D	30	0
E	40	-37
F	50	-53



$$\Delta x = x_f - x_i = (-53) - (30) = -83 \quad m$$

$$v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-83}{50} = -1.7 \quad m/s$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{22 + 52 + 53}{50} = 2.5 \quad m/s$$

ความเร็วและอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง

- ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง (Instantaneous velocity) เป็นความเร็วที่วัดในช่วงเวลาสั้น ๆ นั่นคือ

$$\vec{v}_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{d\vec{x}}{dt} \quad (1.4)$$

- อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง (Instantaneous speed) คือขนาดของความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง

$$v_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left| \frac{\Delta x}{\Delta t} \right| = \left| \frac{dx}{dt} \right| \quad (1.5)$$

ตัวอย่างที่ 2 อนุภาคอันหนึ่งเคลื่อนที่ในแนวแกน X ตามสมการ $x = -4t + 2t^2$ จงหา

- การกระจัดของอนุภาคในช่วงเวลา $t = 0$ ถึง $t = 1$ วินาที และ
ช่วงเวลา $t = 1$ ถึง $t = 3$ วินาที

$$\begin{aligned}\Delta x_1 &= x_f - x_i = [-4(1) + 2(1)^2] - [-4(0) + 2(0)^2] \\ &= -2 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta x_2 &= x_f - x_i = [-4(3) + 2(3)^2] - [-4(1) + 2(1)^2] \\ &= +8 \text{ m}\end{aligned}$$

- ความเร็วเฉลี่ยของอนุภาคในช่วงเวลา $t = 0$ ถึง $t = 1$ วินาที และ
ช่วงเวลา $t = 1$ ถึง $t = 3$ วินาที

$$\bar{v}_1 = \frac{\Delta x_1}{\Delta t} = \frac{-2}{1} = -2 \text{ m/s}$$

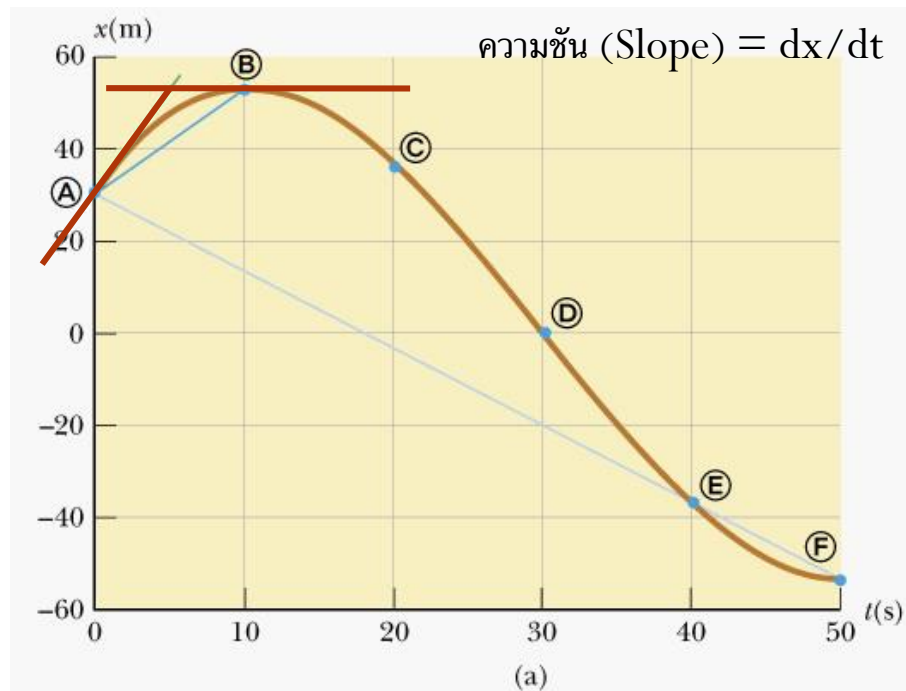
$$\bar{v}_2 = \frac{\Delta x_2}{\Delta t} = \frac{+8}{2} = +4 \text{ m/s}$$

- ความเร็วขณะใดขณะหนึ่งของอนุภาคที่เวลา $t = 2.5$ วินาที

$$v_x = \frac{dx}{dt} = -4 + 4t$$

$$v_x(t = 2.5) = -4 + 4(2.5) = +6 \text{ m/s}$$

ข้อสังเกต ความเร็วของวัตถุขณะใดขณะหนึ่ง มีค่าเท่ากับความชันของกราฟ
ซึ่งหาได้จากการลากเส้นสัมผัสที่จุดนั้น



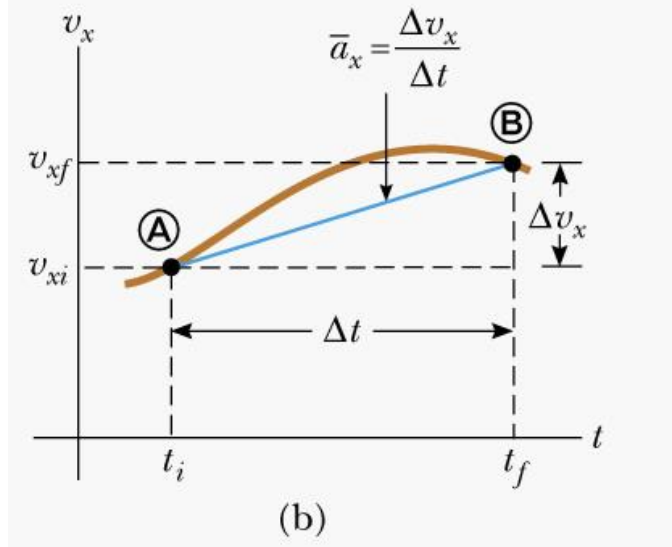
ความเร่ง (Acceleration)

- ความเร่งเฉลี่ย คือ อัตราส่วนระหว่างการเปลี่ยนแปลงความเร็วกับช่วงเวลา

$$\bar{a}_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{v_{xf} - v_{xi}}{t_f - t_i} \quad (1.6)$$

- ความเร่งขณะใดขณะหนึ่ง คือ ความเร่งที่พิจารณาในช่วงเวลาสั้น ๆ ซึ่งมีค่าเท่ากับอนุพันธ์ของความเร็วเทียบกับเวลา นั่นคือ

$$a_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (1.7)$$



ตัวอย่าง 3 อนุภาคอันหนึ่งเคลื่อนที่ในแนวแกน X ด้วยความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาตามสมการ $v_x = (40 - 5t^2)$ จงหา

□ ความเร่งเฉลี่ยในช่วงเวลา $t = 0$ ถึง $t = 2$ วินาที

$$v_{x1} = (40 - 5t_1^2) = [40 - 5(0)^2] = +40 \text{ m/s}$$

$$v_{x2} = (40 - 5t_2^2) = [40 - 5(2)^2] = +20 \text{ m/s}$$

$$\bar{a}_x = \frac{v_{x2} - v_{x1}}{t_2 - t_1} = \frac{20 - 40}{2 - 0} = -10 \text{ m/s}^2$$

□ ความเร่งที่เวลา $t = 2$ วินาที

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d}{dt}(40 - 5t^2) = -10t$$

$$a_x(t = 2) = -10(2) = -20 \text{ m/s}^2$$

ข้อสังเกต $\frac{d(c)}{dt} = 0$ เมื่อ c คือ ค่าคงที่

$$\frac{d(At^n)}{dt} = nAt^{n-1} \quad \text{เมื่อ A และ n คือ ค่าคงที่}$$

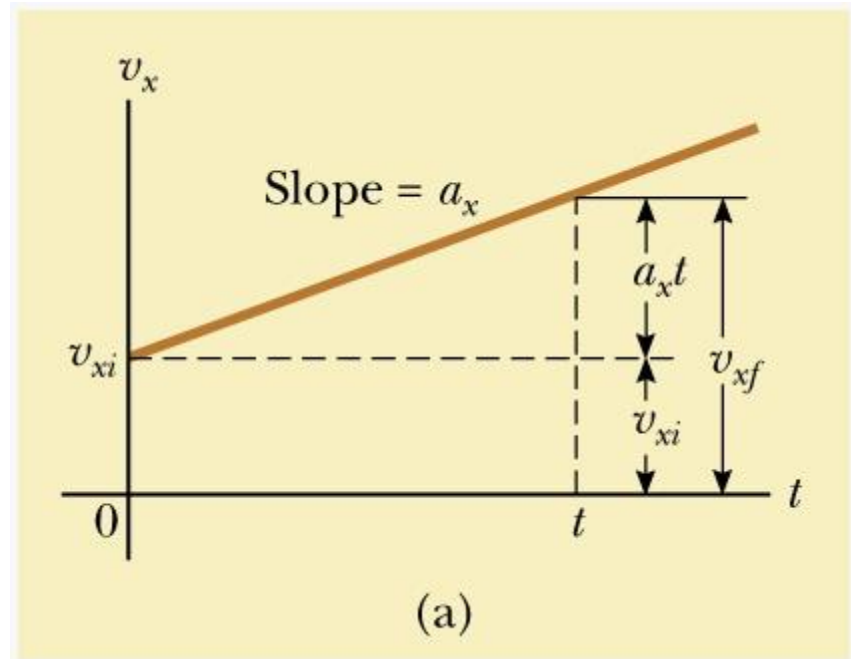
การเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่

- เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ ความเร็วเฉลี่ยและความเร็วขณะใดขณะหนึ่งจะมีค่าเท่ากัน ดังนั้น

$$\bar{a}_x = a_x = \frac{v_{xf} - v_{xi}}{t}$$
$$v_{xf} = v_{xi} + a_x t \quad (1.8)$$

- ความเร็วเฉลี่ยของวัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่คือ

$$\bar{v}_x = \frac{v_{xi} + v_{xf}}{2} \quad (1.9)$$



- จากนิยามของความเร็วเฉลี่ยและใช้สมการที่ 1.8 และ สมการที่ 1.9 ทำให้ได้สมการของการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ดังต่อไปนี้

$$x_f - x_i = \bar{v}_x t = \frac{1}{2} (v_{xi} + v_{xf}) t \quad (1.10)$$

$$x_f - x_i = v_{xi} t + \frac{1}{2} a_x t^2 \quad (1.11)$$

$$v_{xf}^2 = v_{xi}^2 + 2a_x (x_f - x_i) \quad (1.12)$$

การเคลื่อนที่อย่างอิสระในแนวตั้ง

- วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ด้วยขนาด 9.8 เมตร/วินาที² ซึ่งมีทิศทางพุ่งเข้าจุดศูนย์กลางของโลก
- เป็นความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (gravitational acceleration: g)
- ถ้าหากไม่คำนึงถึงแรงต้านจากอากาศ วัตถุใด ๆ จะเคลื่อนที่ตกลงสู่พื้นด้วยความเร่งเท่ากัน
- สมการการเคลื่อนที่ในแนวตั้งด้วยความเร่งคงที่เขียนใหม่ได้ดังนี้

$$v_{yf} = v_{yi} - gt \quad (1.13)$$

$$y_f - y_i = v_{yi}t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (1.14)$$

$$v_{yf}^2 = v_{yi}^2 - 2g(y_f - y_i) \quad (1.15)$$

ตัวอย่าง 4 รถบรรทุกซึ่งจอดหยุดนิ่งอยู่บนถนนตรงถูกขับออกไปด้วยความเร่ง 2 m/s^2 จนกระทั่งมีอัตราเร็ว 20 m/s หลังจากนั้นรถบรรทุกเคลื่อนที่ต่อด้วยอัตราเร็วคงที่เป็นเวลา 20 วินาที และหลังจากนั้นรถถูกเบรกให้หยุดภายในเวลา 5 วินาที จงหา

□ รถบรรทุกเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าไร

พิจารณาการเคลื่อนที่ออกเป็น 3 ช่วง

ช่วงที่ 1 $\Delta x_1 = x_f - x_i = \frac{1}{2} \bar{v}_x t = \frac{1}{2} (0 + v_{xf}) t \quad (1)$

$$a_x = \frac{v_{xf}}{t} \Rightarrow t = \frac{v_{xf}}{a_x} = \frac{20 \text{ m/s}}{2 \text{ m/s}^2} = 10 \text{ s}$$

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2} (20 \text{ m/s})(10 \text{ s}) = 100 \text{ m}$$

ช่วงที่ 2

$$\Delta x_2 = \bar{v} t = v_{xf} t = (20)(20) = 400 \text{ m}$$

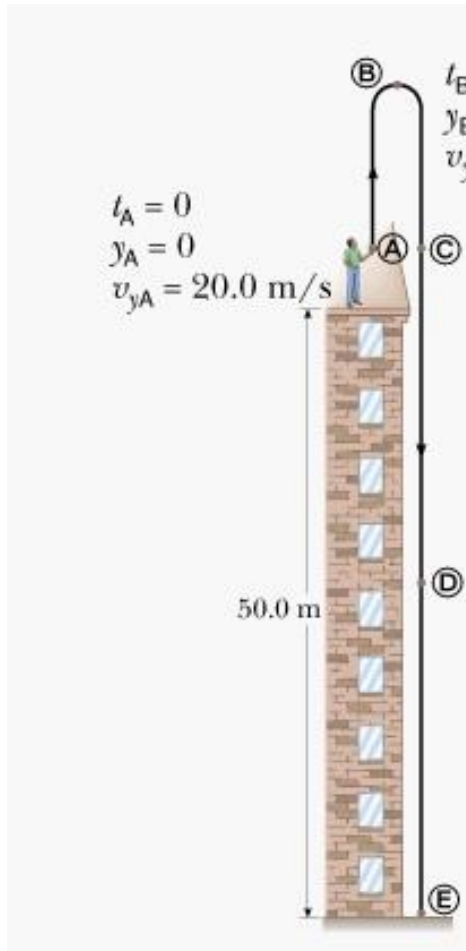
ช่วงที่ 3

$$\Delta x_3 = \frac{1}{2} (v_{xi} + v_{xf}) t = \frac{1}{2} (20 + 0)(5) = 50 \text{ m}$$

ระยะทางทั้งหมด คือ

$$100 + 400 + 50 = 550 \text{ m}$$

ตัวอย่าง 5 ก้อนหินถูกโยนจากขอบตึกขึ้นไปในแนวดิ่งด้วยความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที ตึกมีความสูง 50 เมตร และก้อนหินตกกลับมาเฉียดขอบตึกและตกลงสู่พื้นด้านล่างดังรูป



□ เวลาที่ก้อนหินขึ้นไปอยู่ที่จุดสูงสุด

$$v_{yB} = v_{yA} - gt \Rightarrow 0 = 20 \text{ m/s} - (9.8 \text{ m/s}^2)t$$

$$t = \frac{20 \text{ m/s}}{9.8 \text{ m/s}^2} = 2.04 \text{ s}$$

□ ระยะสูงสุดที่ก้อนหินเคลื่อนที่ขึ้นไปได้

$$y_B - y_A = v_{yA}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$y_B - 0 = 20(2.04) - \frac{1}{2}(9.8)(2.04)^2$$

$$y_B = 20.4 \text{ m}$$

□ เวลาที่ก้อนหินเคลื่อนที่กลับมายังตำแหน่งเดิมที่เริ่มโยน

$$y_f - y_i = v_{yA}t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$0 = (20)t - \frac{1}{2}(9.8)t^2 \Rightarrow t = \frac{20}{4.9} = 4.08 \text{ s}$$

□ ความเร็วของก้อนหินเมื่อผ่านตำแหน่งตอนเริ่มโยน

$$v_{yC} = v_{yA} - gt = 20 - (9.8)(4.08) = -20 \text{ m/s}$$

□ ความเร็วและเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของก้อนหินเมื่อตกถึงพื้น

$$y_E - y_A = v_{yA}t - \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow -50 - 0 = 20t - \frac{1}{2}(9.8)t^2$$

$$4.9t^2 - 20t - 50 = 0 \Rightarrow t = 5.83 \text{ s}$$

$$v_{yE} = v_{yA} - gt = 20 - (9.8)(5.83) = -37.1 \text{ m/s}$$