① 질점의 직선 운동 예

직선 위를 달리는 차의 가속도가
$a = 6t - 12\ (m/s^2)$ 으로 주어진다.
$t = 6s$ 에서 자동차의 위치를 구하시오. 단 초기 조건은
$x(0) = x_0 = 38(m),\ v(0) = v_0 = -15\ (m/s)$ 이다.

```
% 심볼릭 변수 선언
syms t C1 C2

% 가속도 함수 정의
a = 6*t - 12;

% 속도 함수 적분
v = int(a, t) + C1;

% 초기 조건 적용 (v(0) = -15)
C1_value = solve(subs(v, t, 0) == -15, C1);
v = subs(v, C1, C1_value);

% 위치 함수 적분
x = int(v, t) + C2;

% 초기 조건 적용 (x(0) = 38)
C2_value = solve(subs(x, t, 0) == 38, C2);
x = subs(x, C2, C2_value);

% t = 6에서 위치 계산
x_t6 = subs(x, t, 6);

% 결과 출력
disp('속도 함수 v(t):');
```

속도 함수 v(t):

```
disp(v);
```

$3\,t\,(t-4)-15$

```
disp('위치 함수 x(t):');
```

위치 함수 x(t):

```
disp(x);
```

$38-t\,(-t^2+6\,t+15)$

```
disp('t = 6에서의 위치:');
```

t = 6에서의 위치:

```
disp(x_t6);
```

-52

주어진 문제에서 가속도 함수 $a(t)$가 주어졌습니다:

$$a(t) = 6t - 12 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

이를 이용하여 속도 함수와 위치 함수를 구할 수 있습니다. 초기 조건은 다음과 같습니다:

- $x(0) = 38 \text{ m}$
- $v(0) = -15 \text{ m/s}$

1. 속도 함수 $v(t)$ 구하기:

가속도는 속도의 시간에 대한 미분이므로, 속도를 구하기 위해서는 가속도를 적분해야 합니다.

$$v(t) = \int a(t)\,dt = \int (6t-12)\,dt = 3t^2 - 12t + C_1$$ �

초기 조건 $v(0) = -15$를 사용하여 C_1를 구합니다:

$$v(0) = 3(0)^2 - 12(0) + C_1 = -15 \quad \Rightarrow \quad C_1 = -15$$

따라서 속도 함수는:

$$v(t) = 3t^2 - 12t - 15$$

2. 위치 함수 $x(t)$구하기:

속도는 위치의 시간에 대한 미분이므로, 위치를 구하기 위해서는 속도를 적분해야 합니다.

$$x(t) = \int v(t)\,dt = \int (3t^2 - 12t - 15)\,dt = t^3 - 6t^2 - 15t + C_2$$ �

초기 조건 $x(0) = 38$을 사용하여 C_2를 구합니다:

$$x(0) = (0)^3 - 6(0)^2 - 15(0) + C_2 = 38 \quad \Rightarrow \quad C_2 = 38$$

따라서 위치 함수는:

$$x(t) = t^3 - 6t^2 - 15t + 38$$

3. $t = 6$**에서의 위치 구하기:**

이제 $t = 6$일 때의 위치를 계산합니다.

$$x(6) = (6)^3 - 6(6)^2 - 15(6) + 38$$

이를 계산하면:

$$x(6) = 216 - 216 - 90 + 38 = -52\,\mathrm{m}$$

결론:

차의 위치는 $t = 6$초일 때 $x = -52\,\mathrm{m}$입니다.

```
% 초기 조건 설정
x0 = 38;    % 초기 위치 (m)
v0 = -15;   % 초기 속도 (m/s)
t_final = 6;  % 최종 시간 (s)

% 가속도 함수 정의
a = @(t) 6*t - 12;

% 미분방정식 설정 (위치와 속도 계산)
ode_func = @(t, Y) [Y(2); a(t)];  % Y(1) = x(위치), Y(2) = v(속도)

% 초기 조건 설정 [초기 위치, 초기 속도]
Y0 = [x0; v0];

% 시간 범위 설정
t_vals = linspace(0, t_final, 100);

% 미분방정식 풀이
[t, Y] = ode45(ode_func, t_vals, Y0);  % t: 시간, Y(:, 1): 위치, Y(:, 2): 속도

% 위치 및 속도 계산
x_vals = Y(:, 1);  % 위치
v_vals = Y(:, 2);  % 속도

% 애니메이션 준비
figure;

% 1번째 서브플롯: 애니메이션 준비
subplot(2,1,1);  % 2x1 배열의 첫 번째 서브플롯
hold on;
```

```
xlim([min(x_vals)-10, max(x_vals)+10]);
ylim([-5, 5]);
title('자동차 이동 애니메이션');
xlabel('위치 (m)');
ylabel('y (임의 단위)');

% 차 그래픽 생성 (간단한 박스 모양으로)
car_body = rectangle('Position', [x0, 0, 8, 2], 'Curvature', [0.2, 0.2],
'FaceColor', 'r');  % 자동차 본체
wheel1 = rectangle('Position', [x0+1, -0.5, 1, 1], 'Curvature', [1, 1],
'FaceColor', 'k');  % 앞 바퀴
wheel2 = rectangle('Position', [x0+6, -0.5, 1, 1], 'Curvature', [1, 1],
'FaceColor', 'k');  % 뒷 바퀴

% A와 B 지점 표시
plot([x0, max(x_vals)], [0, 0], 'k--');  % 궤적 표시
position_text = text(x0, 3.5, sprintf('위치: %.2f m', x_vals(1)), 'FontSize', 12,
'Color', 'b');

% 2번째 서브플롯: 속도 vs 시간 그래프
subplot(2,1,2);  % 2x1 배열의 두 번째 서브플롯
h = plot(t_vals(1), v_vals(1), 'b-', 'LineWidth', 2);  % 초기 속도 그래프
xlim([0, t_final]);
ylim([min(v_vals)-5, max(v_vals)+5]);
title('시간에 따른 속도');
xlabel('시간 (s)');
ylabel('속도 (m/s)');

% 애니메이션 루프
for i = 1:length(t_vals)
    % 첫 번째 서브플롯에서 자동차 위치 업데이트
    subplot(2,1,1);
    set(car_body, 'Position', [x_vals(i), 0, 8, 2]);  % 자동차 본체 위치 업데이트
    set(wheel1, 'Position', [x_vals(i)+1, -0.5, 1, 1]);  % 앞 바퀴 위치 업데이트
    set(wheel2, 'Position', [x_vals(i)+6, -0.5, 1, 1]);  % 뒷 바퀴 위치 업데이트

    % 위치 정보를 텍스트로 업데이트
    set(position_text, 'Position', [x_vals(i), 3.5], 'String', sprintf('위치: %.2f
m', x_vals(i)));

    % 두 번째 서브플롯에서 속도 그래프 업데이트
    subplot(2,1,2);
    set(h, 'XData', t_vals(1:i), 'YData', v_vals(1:i));  % 속도 그래프 업데이트

    pause(0.1);  % 애니메이션 속도 조절
end

hold off;
```

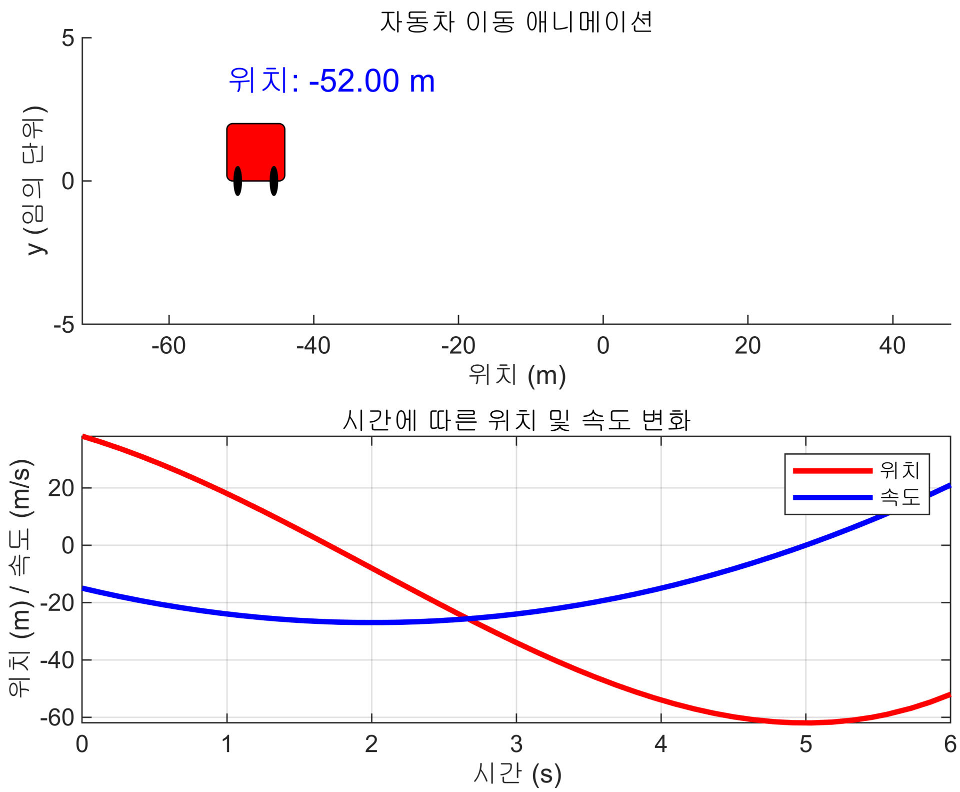
```matlab
% 심볼릭 변수 설정
syms t

% 초기 조건 설정
x0 = 38;    % 초기 위치 (m)
v0 = -15;   % 초기 속도 (m/s)
t_final = 6;  % 최종 시간 (s)

% 가속도 함수 정의
a = 6*t - 12;

% 속도 함수 (a(t)의 심볼릭 적분)
v = v0 + int(a, t);

% 위치 함수 (v(t)의 심볼릭 적분)
x = x0 + int(v, t);

% t = 6일 때의 속도와 위치 계산
v_t_final = subs(v, t, t_final);  % 최종 시간에서의 속도
x_t_final = subs(x, t, t_final);  % 최종 시간에서의 위치

% 결과 출력
disp(['t = ', num2str(t_final), '일 때의 속도: ', char(v_t_final), ' m/s']);
```

```
t = 6일 때의 속도: 21 m/s
```

```matlab
disp(['t = ', num2str(t_final), '일 때의 위치: ', char(x_t_final), ' m']);
```

```
t = 6일 때의 위치: -52 m
```

```matlab

% 위치 및 속도 그래프 그리기
fplot(matlabFunction(x), [0, t_final], 'r-', 'LineWidth', 2);
hold on;
fplot(matlabFunction(v), [0, t_final], 'b-', 'LineWidth', 2);
title('시간에 따른 위치 및 속도 변화');
xlabel('시간 (s)');
ylabel('위치 (m) / 속도 (m/s)');
legend('위치', '속도');
grid on;
hold off;
```



가속도가 시간에 대한 함수일 때의 질점 운동 정리:

- **가속도 함수** $a(t)$:

$a(t) = \frac{dv}{dt} a(t)$ �

이는 속도의 시간에 대한 변화율을 나타냅니다.

- **속도 함수 구하기:**

가속도를 속도에 대해 적분하여 속도를 구할 수 있습니다.

$$dv = a(t)\,dt$$

이를 적분하면:

$$v(t) = v_0 + \int_{t_0}^{t} a(t)\,dt$$

여기서 v_0는 t_0에서의 초기 속도입니다.

- **위치 함수 구하기:** 속도를 위치에 대해 적분하여 위치를 구할 수 있습니다. $\frac{dx(t)}{dt} = v(t)dt$
- 이를 적분하면:

$$x(t) = x_0 + \int_{t_0}^{t} v(t)\,dt$$

- 여기서 x_0는 t_0에서의 초기 위치입니다.

부정적분의 정의

$$\int f(x)dx = F(x) + C$$

여기서:

- $\int$: 적분 기호로, 부정적분 또는 정적분을 나타냅니다.
- $f(x)$: 피적분 함수로, 우리가 적분하고자 하는 함수입니다.
- dx: 적분 변수로, x에 대한 적분을 의미합니다.
- $F(x)$: 피적분 함수의 원시 함수 또는 부정적분의 결과로 얻어진 함수입니다.
- C: 적분 상수로, 미분하면 사라지는 상수값입니다.

부정적분은 미분된 결과가 주어졌을 때, 원래 함수 $F(x)$를 구하는 과정으로 사용할 수 있습니다. 예를 들어, 다음과 같은 간단한 적분을 생각해 볼 수 있습니다: $\int x^2\,dx = \frac{x^3}{3} + C$

```
% 심볼릭 변수 선언
syms x

% 피적분 함수 정의
f = x^2;

% 부정적분 계산
F = int(f, x);

% 결과 출력
disp('부정적분 결과:');
```

부정적분 결과:

```
disp(F);
```

$\frac{x^3}{3}$

1. 부정적분과 미분의 관계:

- 부정적분은 미분의 반대 연산입니다. 어떤 함수 $f(x)$의 부정적분은 그 함수의 원시 함수 $F(x)$와 같습니다.

$$\int f(x)dx = F(x) + C$$

- 여기서 $f(x) = \frac{dF(x)}{dx}$�로 표현되며, $F(x)$는 $f(x)$의 적분입니다.

2. 운동학에서의 적용:

- **가속도 $a(t)$**는 속도 $v(t)$의 시간에 대한 미분입니다

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt}$$

- 이를 적분하면, 속도 $v(t)$를 얻을 수 있습니다:

$$v(t) = \int a(t)\,dt = v(t) + C$$

- **속도 $v(t)$**는 위치 $x(t)$의 시간에 대한 미분입니다.

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt}$$�

- 이를 적분하면, 위치 $x(t)$를 구할 수 있습니다:

$$x(t) = \int v(t)\,dt = x(t) + C$$

```
% 심볼릭 변수 선언
syms t

% 가속도 함수 정의
a = 6*t - 12;

% 초기 조건 정의
v0 = -15;  % 초기 속도
x0 = 38;   % 초기 위치

% 속도 함수 구하기 (적분)
v = v0 + int(a, t);  % 가속도를 적분하여 속도 함수 구하기

% 위치 함수 구하기 (적분)
x = x0 + int(v, t);  % 속도를 적분하여 위치 함수 구하기

% t = 6에서 속도와 위치 계산
v_t6 = subs(v, t, 6);  % t = 6에서의 속도
x_t6 = subs(x, t, 6);  % t = 6에서의 위치

% 결과 출력
disp('속도 함수 v(t):');
```

```
속도 함수 v(t):
```

```
disp(v);
```

$3\,t\,(t-4)-15$

```
disp('위치 함수 x(t):');
```

```
위치 함수 x(t):
```

```
disp(x);
```

$38-t\,(-t^2+6\,t+15)$

```
disp('t = 6에서의 속도:');
```

```
t = 6에서의 속도:
```

```
disp(v_t6);
```

21

```
disp('t = 6에서의 위치:');
```

```
t = 6에서의 위치:
```

```
disp(x_t6);
```

-52

1. 실수 지수 함수의 미분:

지수 함수 x^a의 도함수는 다음과 같이 계산됩니다.

$$\frac{d}{dx}(x^a) = a \cdot x^{a-1} \quad (a \neq 0)$$

이는 $a \neq 0$일 때 적용되며, 기본적인 지수 함수 미분 공식을 나타냅니다.

2. 실수 지수 함수의 부정적분:

지수 함수 x^a의 부정적분은 다음과 같이 계산됩니다.

$$\int x^a\,dx = \frac{x^{a+1}}{a+1} + C \quad (a \neq -1)$$

이는$a \neq -1$일 때 적용되며, 적분 상수 C를 포함합니다.

예시:

- 미분: $\frac{d}{dx}(x^3) = 3x^2$

- 부정적분: $\int x^3\,dx = \frac{x^4}{4} + C$

```
% 심볼릭 변수 선언
syms x a

% 지수 함수 정의 (예: x^a)
f = x^a;

% 미분 계산
f_derivative = diff(f, x);

% 부정적분 계산
f_integral = int(f, x);

% 결과 출력
disp('지수 함수의 미분:');
```

지수 함수의 미분:

```
disp(f_derivative);
```

$a\,x^{a-1}$

```
disp('지수 함수의 부정적분:');
```

지수 함수의 부정적분:

```
disp(f_integral);
```

$$\begin{cases} \log(x) & \text{if } a = -1 \\ \dfrac{x^{a+1}}{a+1} & \text{if } a \neq -1 \end{cases}$$

부정적분의 예시:

1. $\int x\,dx = \frac{1}{2}x^2 + C$
2. $\int x^2\,dx = \frac{1}{3}x^3 + C$
3. $\int 3x^3\,dx = 3 \cdot \frac{1}{4}x^4 = \frac{3}{4}x^4 + C$
4. $\int dx = x + C$

부정적분은 함수의 미분된 결과가 주어졌을 때, 그 원시 함수를 구하는 과정입니다. 각각의 적분 결과에 적분 상수 CCC가 더해지는 것을 확인할 수 있습니다.

```
% 심볼릭 변수 선언
```

```
syms x

% 1. ∫ x dx 계산
integral_1 = int(x, x);

% 2. ∫ x^2 dx 계산
integral_2 = int(x^2, x);

% 3. ∫ 3x^3 dx 계산
integral_3 = int(3*x^3, x);

% 4. ∫ dx 계산
integral_4 = int(1, x);

% 결과 출력
disp('∫ x dx =');
```

```
∫ x dx =
```

```
disp(integral_1);
```

$$\frac{x^2}{2}$$

```
disp('∫ x^2 dx =');
```

```
∫ x^2 dx =
```

```
disp(integral_2);
```

$$\frac{x^3}{3}$$

```
disp('∫ 3x^3 dx =');
```

```
∫ 3x^3 dx =
```

```
disp(integral_3);
```

$$\frac{3\,x^4}{4}$$

```
disp('∫ dx =');
```

```
∫ dx =
```

```
disp(integral_4);
```

x

1. 부정적분의 선형적 성질:

부정적분에서 함수 $f(x)$와 $g(x)$의 합에 대한 적분은 각 함수의 적분을 상수와 함께 더하는 방식으로 계산될 수 있습니다. 이는 다음과 같은 수식으로 표현됩니다:

$$\int [af(x) + bg(x)]dx = a\int f(x)dx + b\int g(x)dx \quad (a, b\text{는상수})$$

이는 적분이 함수의 합과 상수에 대해 선형적이라는 것을 보여줍니다.

2. 예시:

다음과 같은 다항식을 적분하는 과정을 보여줍니다:

$$\int (4x^3 - 3x^2 + 1)dx$$

이를 개별 항목에 대해 적분하면:

$$= 4\int x^3dx - 3\int x^2dx + \int 1dx$$

각 항목을 적분한 결과는:

$$= 4 \cdot \frac{x^4}{4} - 3 \cdot \frac{x^3}{3} + x + C$$

최종 결과는:

$$= x^4 - x^3 + x + C$$

```
% 심볼릭 변수 선언
syms x

% 다항식 정의
f = 4*x^3 - 3*x^2 + 1;

% 부정적분 계산
integral_f = int(f, x);

% 결과 출력
disp('부정적분 결과:');
```

```
부정적분 결과:
```

```
disp(integral_f);
```

$x^4 - x^3 + x$

1. 정적분의 정의:

정적분은 부정적분과 달리, 두 점 사이에서 함수의 값을 적분하는 과정입니다.

$$\int_a^b f(x)\,dx = F(b) - F(a)$$

여기서 $F(x)$는 $f(x)$의 원시 함수입니다.

2. 정적분 예시:

$$\int_0^1 (4x^3 - 3x^2 + 1)\,dx$$

먼저 이 다항식을 적분합니다.

$$= (x^4 - x^3 + x)\Big|_0^1 �$$

1과 0을 대입하면:

$$= (1 - 1 + 1) - (0) = 1$$

따라서 정적분 결과는 1입니다.

```
% 심볼릭 변수 선언
syms x

% 다항식 정의
f = 4*x^3 - 3*x^2 + 1;

% 정적분 계산 (구간 [0, 1])
integral_f = int(f, x, 0, 1);

% 결과 출력
disp('정적분 결과:');
```

정적분 결과:

```
disp(integral_f);
```

1

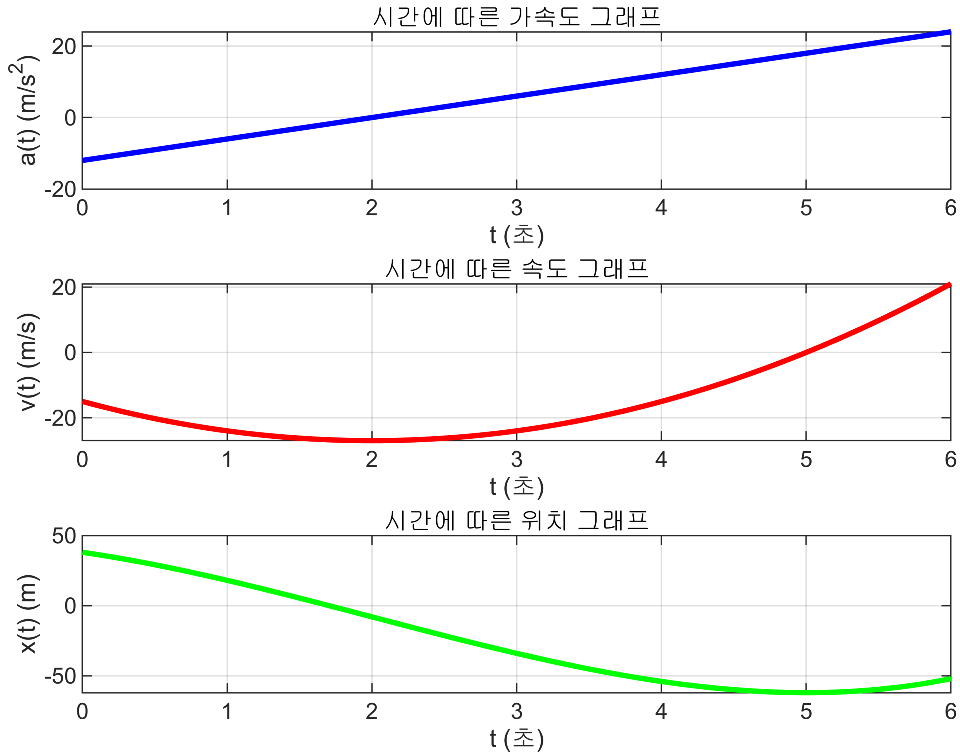
가속도, 속도, 위치 함수 정의:

- 가속도 함수: $a(t) = 6t - 12$
- 속도 함수: $v(t) = 3t^2 - 12t - 15$
- 위치 함수:$x(t) = t^3 - 6t^2 - 15t + 38$

시간에 따른 가속도, 속도, 위치의 변화

```
% 시간 범위 설정
t = linspace(0, 6, 100);  % 0에서 6초까지 100개의 점
```

```
% 가속도, 속도, 위치 함수 정의
a = 6*t - 12;  % 가속도 함수
v = 3*t.^2 - 12*t - 15;  % 속도 함수 (적분 결과)
x = t.^3 - 6*t.^2 - 15*t + 38;  % 위치 함수 (적분 결과)

% 그래프 그리기
figure;

% 1. 시간에 따른 가속도 그래프
subplot(3,1,1);  % 3개의 그래프 중 첫 번째 위치
plot(t, a, 'b', 'LineWidth', 2);
title('시간에 따른 가속도 그래프');
xlabel('t (초)');
ylabel('a(t) (m/s^2)');
grid on;

% 2. 시간에 따른 속도 그래프
subplot(3,1,2);  % 두 번째 그래프 위치
plot(t, v, 'r', 'LineWidth', 2);
title('시간에 따른 속도 그래프');
xlabel('t (초)');
ylabel('v(t) (m/s)');
grid on;

% 3. 시간에 따른 위치 그래프
subplot(3,1,3);  % 세 번째 그래프 위치
plot(t, x, 'g', 'LineWidth', 2);
title('시간에 따른 위치 그래프');
xlabel('t (초)');
ylabel('x(t) (m)');
grid on;
```



등가속도 운동의 수식:

- **가속도와 속도의 관계:**

$$\frac{dv}{dt} = a \quad \Rightarrow \quad dv = a$$

이를 적분하면 속도를 구할 수 있습니다:

$$\int_{v_0}^{v} dv = a \int_{t_0}^{t} dt \quad \Rightarrow \quad v(t) = v_0 + a(t - t_0)$$

여기서 v_0는 초기 속도입니다.

- **속도와 위치의 관계:**

$$\frac{dx}{dt} = v \quad \Rightarrow \quad dx = v$$

속도 $v(t) = v_0 + a(t - t_0)$를 대입하여 적분하면 위치를 구할 수 있습니다:

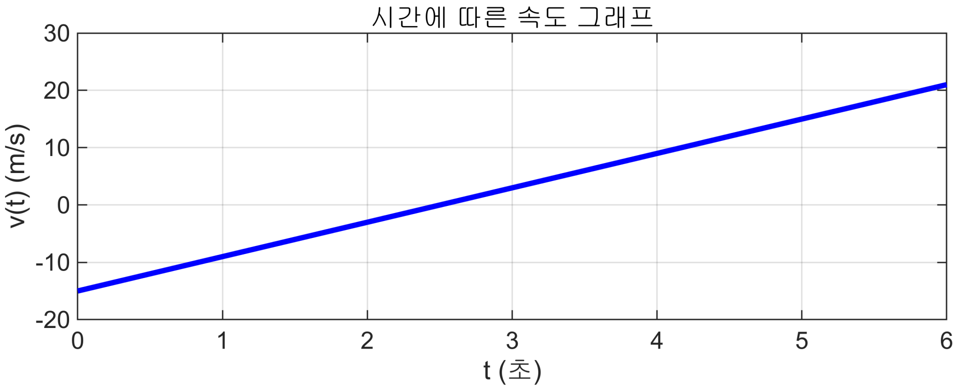
$$\int_{x_0}^{x} dx = \int_{t_0}^{t} [v_0 + a(t - t_0)]\, dt$$

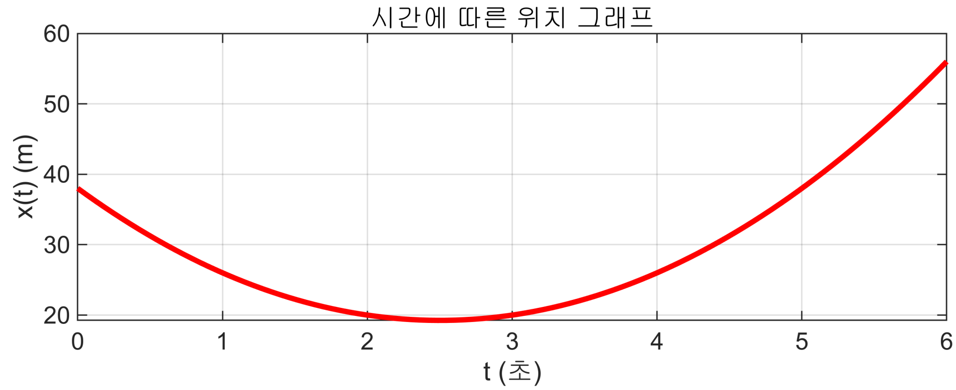
이를 풀면:

$$x(t) = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2$$

여기서 x_0는 초기 위치입니다.

```
% 초기 조건 설정
v0 = -15;  % 초기 속도 (m/s)
x0 = 38;   % 초기 위치 (m)
a = 6;     % 가속도 (m/s^2)
t0 = 0;    % 초기 시간 (s)

% 시간 범위 설정
t = linspace(0, 6, 100);  % 0초에서 6초까지

% 등가속도 운동 수식 계산
v = v0 + a*(t - t0);  % 속도
x = x0 + v0*(t - t0) + 0.5*a*(t - t0).^2;  % 위치

% 그래프 그리기
figure;

% 시간에 따른 속도 그래프
subplot(2,1,1);
plot(t, v, 'b', 'LineWidth', 2);
title('시간에 따른 속도 그래프');
xlabel('t (초)');
ylabel('v(t) (m/s)');
grid on;

% 시간에 따른 위치 그래프
subplot(2,1,2);
plot(t, x, 'r', 'LineWidth', 2);
title('시간에 따른 위치 그래프');
xlabel('t (초)');
ylabel('x(t) (m)');
grid on;
```





등가속도 운동 공식 요약:

- **속도 공식**:

$$v(t) = v_0 + a(t - t_0)$$

여기서 v_0는 초기 속도, a는 가속도, t_0�는 초기 시간입니다. $t_0 = 0$일 때: $v(t) = v_0 + at$

- **위치 공식**:

$$x(t) = x_0 + v_0(t - t_0) + \frac{1}{2}a(t - t_0)^2$$

$t_0 = 0$ *일 때* :

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

- **속도와 위치의 관계**: 등가속도 운동에서 가속도 aaa는 시간에 대한 속도의 변화율을 나타냅니다. 이를 속도와 위치의 관계로 변환하면 다음과 같습니다:

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = v\frac{dv}{dx}$$

� 이를 정리하면:

$$vdv = adx$$

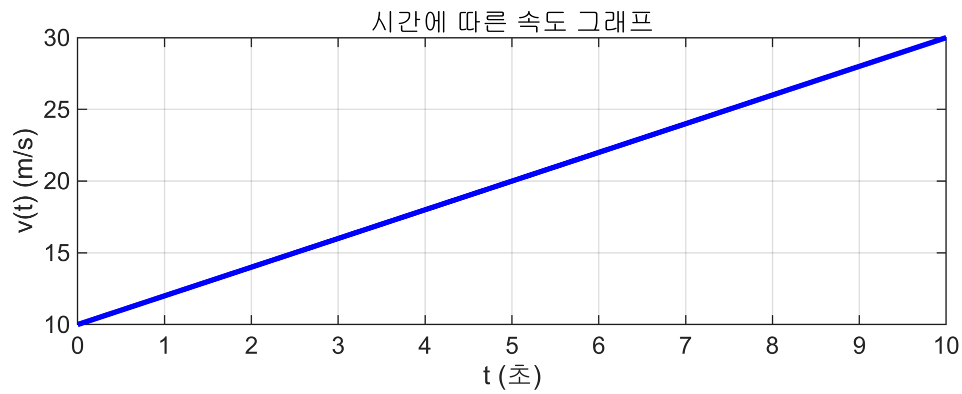
양변을 적분하면:

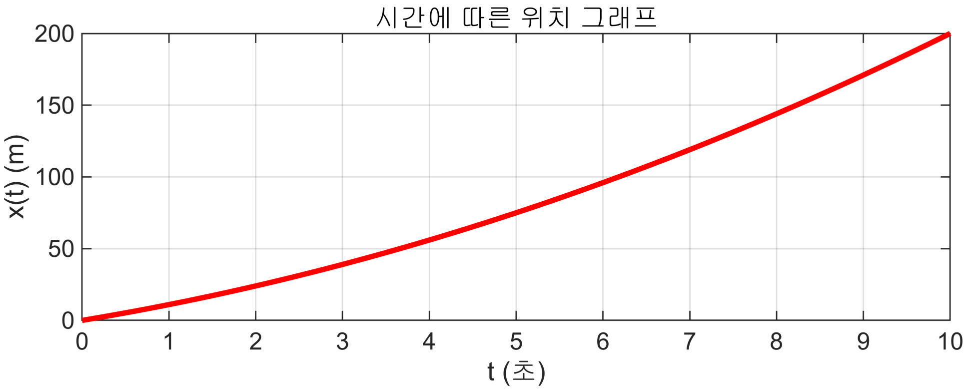
$$\int_{v_0}^{v} vdv = a\int_{x_0}^{x} dx$$

결과적으로:

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$$

```
% 초기 조건 설정
v0 = 10;   % 초기 속도 (m/s)
x0 = 0;    % 초기 위치 (m)
a = 2;     % 가속도 (m/s^2)

% 시간 범위 설정
t = linspace(0, 10, 100);  % 0초에서 10초까지

% 속도 및 위치 계산
v = v0 + a*t;  % 속도 공식
x = x0 + v0*t + 0.5*a*t.^2;  % 위치 공식

% 속도와 위치 그래프 그리기
figure;

% 1. 시간에 따른 속도 그래프
subplot(2,1,1);
plot(t, v, 'b', 'LineWidth', 2);
title('시간에 따른 속도 그래프');
xlabel('t (초)');
ylabel('v(t) (m/s)');
grid on;

% 2. 시간에 따른 위치 그래프
subplot(2,1,2);
plot(t, x, 'r', 'LineWidth', 2);
title('시간에 따른 위치 그래프');
xlabel('t (초)');
ylabel('x(t) (m)');
grid on;
```

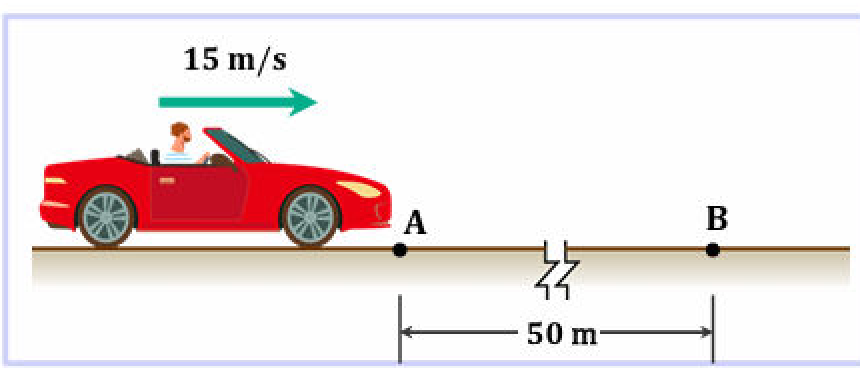




② 등가속도 운동 예제

예제1

자동차가 $2\ m/s^2$ 의 일정한 가속도로 A지점을 통과할 때의 속력이 $15\ m/s$ 이다. B점에 도달할 때의 속도의 크기와 그 때의 시간을 구하시오.



문제 정리:

- 가속도 $a = 2\ \mathrm{m/s^2}$

- A 지점을 통과할 때의 속도 $v_0 = 15\ \mathrm{m/s}$
- A에서 B까지의 거리 $d = 50\ \mathrm{m}$

구해야 할 것:

1. B 지점에 도달할 때의 속도 v_B�
2. B 지점에 도달할 때까지 걸리는 시간 t_B�

1. B 지점에서의 속도 구하기:

등가속도 운동에서 속도와 위치 사이의 관계식은 다음과 같습니다:

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$$

이때 $x - x_0 = 50$, $v_0 = 15$, 그리고 $a = 2\ \mathrm{m/s^2}$이므로, B 지점에서의 속도 v_B는 다음과 같이 구할 수 있습니다:

$$v_B^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$$

$$v_B^2 = 15^2 + 2 \cdot 2 \cdot 50$$

$$v_B^2 = 225 + 200 = 425$$

$$v_B = \sqrt{425} \approx 20.62$$

따라서, B 지점에서의 속도는 약 **20.62 m/s**입니다.

2. B 지점에 도달하는 시간 구하기:

속도와 가속도, 시간을 이용한 등가속도 운동 방정식은 다음과 같습니다:

$$v = v_0 + at$$

이를 사용해 B 지점에 도달할 때까지 걸리는 시간을 구할 수 있습니다.$v_B = 20.62$, $v_0 = 15\ \mathrm{m/s}$, $a = 2\ \mathrm{m/s^2}$를 대입하면:

$$t_B = \frac{v_B - v_0}{a}$$

$$t_B = \frac{20.62 - 15}{2} \approx \frac{5.62}{2} \approx 2.81\ 초$$

따라서 B 지점에 도달하는 시간은 약 **2.81초**입니다.

```
% 초기 조건 설정
v0 = 15;  % A 지점에서의 초기 속도 (m/s)
a = 2;    % 가속도 (m/s^2)
d = 50;   % A에서 B까지의 거리 (m)

% B 지점에서의 속도 계산
vB = sqrt(v0^2 + 2*a*d);
```

```
% B 지점에 도달하는 시간 계산
tB = (vB - v0) / a;

% 결과 출력
disp(['B 지점에서의 속도: ', num2str(vB), ' m/s']);
```

```
B 지점에서의 속도: 20.6155 m/s
```

```
disp(['B 지점에 도달하는 시간: ', num2str(tB), ' 초']);
```

```
B 지점에 도달하는 시간: 2.8078 초
```

문제 정리:

- 초기 속도 $v_0 = 15 \text{ m/s}$
- 가속도 $a = 2 \text{ m/s}^2$
- A에서 B까지의 거리 $x_B = 50 \text{ m}$

풀이 과정:

- 속도 방정식:

$$v(t) = v_0 + at = 15 + 2t$$

- 위치 방정식:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 0 + 15t + \frac{1}{2}(2)t^2 = 15t + t^2$$

- **B 지점에서의 위치 조건**: B 지점에서 x(t)=50x(t) = 50x(t)=50이므로, 다음과 같은 이차 방정식을 얻습니다:

$$t^2 + 15t - 50 = 0$$

이를 근의 공식으로 풀면:

$$t = \frac{-15 \pm \sqrt{15^2 - 4(1)(-50)}}{2(1)} = \frac{-15 \pm \sqrt{225 + 200}}{2} = \frac{-15 \pm \sqrt{425}}{2}$$

$$t = \frac{-15 \pm 20.62}{2}$$

�두 근을 구하면:

$$t_1 = \frac{-15 + 20.62}{2} = 2.81 \text{ 초}$$

$$t_2 = \frac{-15 - 20.62}{2} = -17.81 \text{ 초} \quad (\text{음의 시간은 무시})$$

따라서 B 지점에 도달하는 시간은 $t = 2.81$ 초입니다.

- **B 지점에서의 속도:** B 지점에서의 속도는 속도 방정식에 $t = 2.81$을 대입하여 구할 수 있습니다:

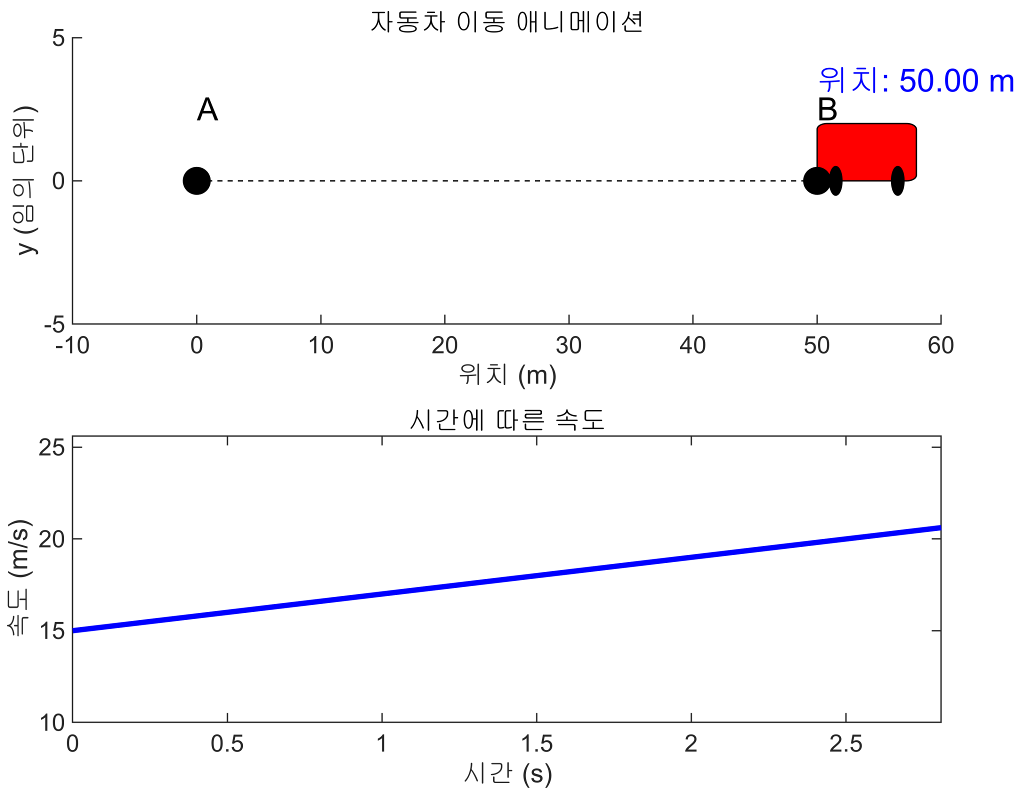
$$v_B = 15 + 2(2.81) = 15 + 5.62 = 20.62 \text{ m/s}$$

결론:

- B 지점에 도달하는 시간: $t = 2.81$ 초
- B 지점에서의 속도: $v_B = 20.62$ m/s

```
% 초기 조건 설정
v0 = 15;   % 초기 속도 (m/s)
a = 2;     % 가속도 (m/s^2)
d_AB = 50; % A에서 B까지의 거리 (m)
x_A = 0;   % A 지점의 위치

% B 지점에 도달할 때까지 걸리는 시간 계산
% x(t) = v0 * t + 1/2 * a * t^2 = 50
syms t;
eqn = v0 * t + (1/2) * a * t^2 == d_AB;
t_sol = double(solve(eqn, t));  % 시간 계산 (복수 해 존재)

% 양수 해 선택 (음수 시간은 무시)
t_B = t_sol(t_sol > 0);  % 양수인 해만 선택

% 시간 범위 설정
t_vals = linspace(0, t_B, 100);

% 위치 및 속도 계산
x_vals = v0 * t_vals + (1/2) * a * t_vals.^2;  % 위치
v_vals = v0 + a * t_vals;  % 속도

% 애니메이션과 속도-시간 그래프를 위한 figure
figure;

% 1번째 서브플롯: 애니메이션 준비
subplot(2,1,1);  % 2x1 배열의 첫 번째 서브플롯
hold on;
xlim([x_A-10, d_AB+10]);
ylim([-5, 5]);
title('자동차 이동 애니메이션');
xlabel('위치 (m)');
ylabel('y (임의 단위)');

% 차 그래픽 생성 (간단한 박스 모양으로)
car_body = rectangle('Position', [x_A, 0, 8, 2], 'Curvature', [0.2, 0.2],
'FaceColor', 'r');  % 자동차 본체
wheel1 = rectangle('Position', [x_A+1, -0.5, 1, 1], 'Curvature', [1, 1],
'FaceColor', 'k');  % 앞 바퀴
```

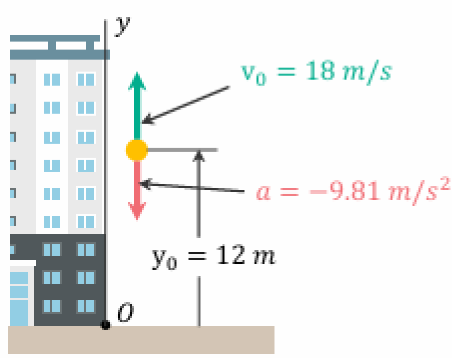
```
wheel2 = rectangle('Position', [x_A+6, -0.5, 1, 1], 'Curvature', [1, 1],
'FaceColor', 'k');  % 뒷 바퀴

% A와 B 지점 표시
plot([x_A, d_AB], [0, 0], 'ko', 'MarkerSize', 10, 'MarkerFaceColor', 'k');
text(x_A, 2.5, 'A', 'FontSize', 12);
text(d_AB, 2.5, 'B', 'FontSize', 12);
plot([x_A, d_AB], [0, 0], 'k--');  % A와 B를 잇는 점선

% 위치 정보를 텍스트로 추가 (초기 위치 텍스트)
position_text = text(x_A, 3.5, sprintf('위치: %.2f m', x_vals(1)), 'FontSize', 12,
'Color', 'b');

% 2번째 서브플롯: 속도 vs 시간 그래프
subplot(2,1,2);  % 2x1 배열의 두 번째 서브플롯
h = plot(t_vals(1), v_vals(1), 'b-', 'LineWidth', 2);  % 초기 속도 그래프
xlim([0, t_B]);
ylim([min(v_vals)-5, max(v_vals)+5]);
title('시간에 따른 속도');
xlabel('시간 (s)');
ylabel('속도 (m/s)');

% 애니메이션 루프
for i = 1:length(t_vals)
    % 첫 번째 서브플롯에서 자동차 위치 업데이트
    subplot(2,1,1);
    set(car_body, 'Position', [x_vals(i), 0, 8, 2]);  % 자동차 본체 위치 업데이트
    set(wheel1, 'Position', [x_vals(i)+1, -0.5, 1, 1]);  % 앞 바퀴 위치 업데이트
    set(wheel2, 'Position', [x_vals(i)+6, -0.5, 1, 1]);  % 뒷 바퀴 위치 업데이트

    % 위치 정보를 텍스트로 업데이트
    set(position_text, 'Position', [x_vals(i), 3.5], 'String', sprintf('위치: %.2f
m', x_vals(i)));

    % 두 번째 서브플롯에서 속도 그래프 업데이트
    subplot(2,1,2);
    set(h, 'XData', t_vals(1:i), 'YData', v_vals(1:i));  % 속도 그래프 업데이트

    pause(0.1);  % 애니메이션 속도 조절
end

hold off;
```



② 등가속도 운동 예제

예제2

지상 $12\ m$되는 지점에서 공을 초기속도 $18\ m/s$로 수직 위 방향으로 던졌다. 공이 도달하는 최고점의 높이 및 그 때의 시간 t를 구하시오.



문제 정리:

- 초기 속도 $v_0 = 18\ \mathrm{m/s}$ (위쪽 방향으로)
- 중력 가속도 $a = -9.81\ \mathrm{m/s^2}$ (아래 방향으로)
- 초기 높이 $y_0 = 12\ \mathrm{m}$

1. 최고점에서의 속도:

최고점에서 속도 $v = 0$입니다. 따라서, 공이 최고점에 도달하는 시간을 구하려면 속도와 가속도의 관계식을 사용합니다:

$$v(t) = v_0 + at$$

최고점에서 $v(t) = 0$이므로:

$$0 = 18 + (-9.81)t$$

$$t = \frac{18}{9.81} \approx 1.83\ 초$$

따라서, 공이 최고점에 도달하는 시간은 **1.83초**입니다.

2. 최고점에서의 높이:

최고점에서의 위치를 구하려면 위치 방정식을 사용합니다:

$$y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

$t = 1.83$를 대입하여 최고점에서의 높이를 계산하면:

$$y(1.83) = 12 + 18(1.83) + \frac{1}{2}(-9.81)(1.83)^2$$

$$y(1.83) = 12 + 32.94 - 16.44 = 28.5\ \mathrm{m}$$

따라서, 공이 도달하는 최고점의 높이는 **28.5m**입니다.

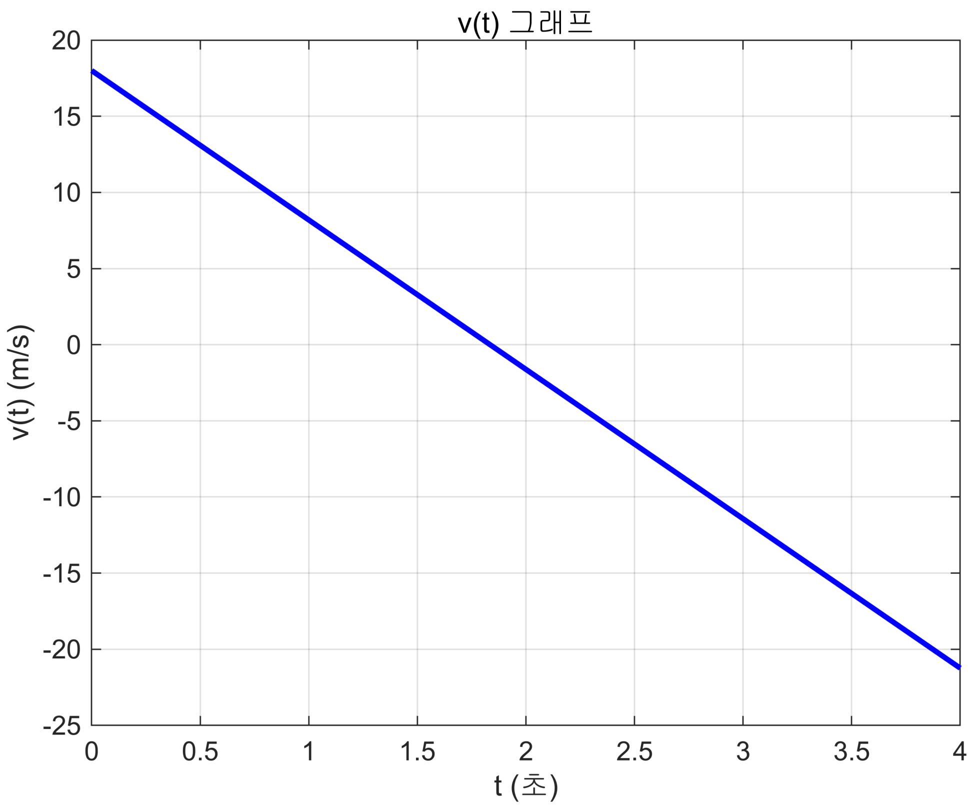
```
% 초기 조건 설정
v0 = 18;    % 초기 속도 (m/s)
a = -9.81; % 중력 가속도 (m/s^2)
y0 = 12;    % 초기 높이 (m)

% 최고점에 도달하는 시간 계산
t_max = -v0 / a;

% 최고점에서의 높이 계산
y_max = y0 + v0 * t_max + 0.5 * a * t_max^2;

% 결과 출력
disp(['최고점에 도달하는 시간: ', num2str(t_max), ' 초']);
```

```
최고점에 도달하는 시간: 1.8349 초
```

```
disp(['최고점에서의 높이: ', num2str(y_max), ' m']);
```

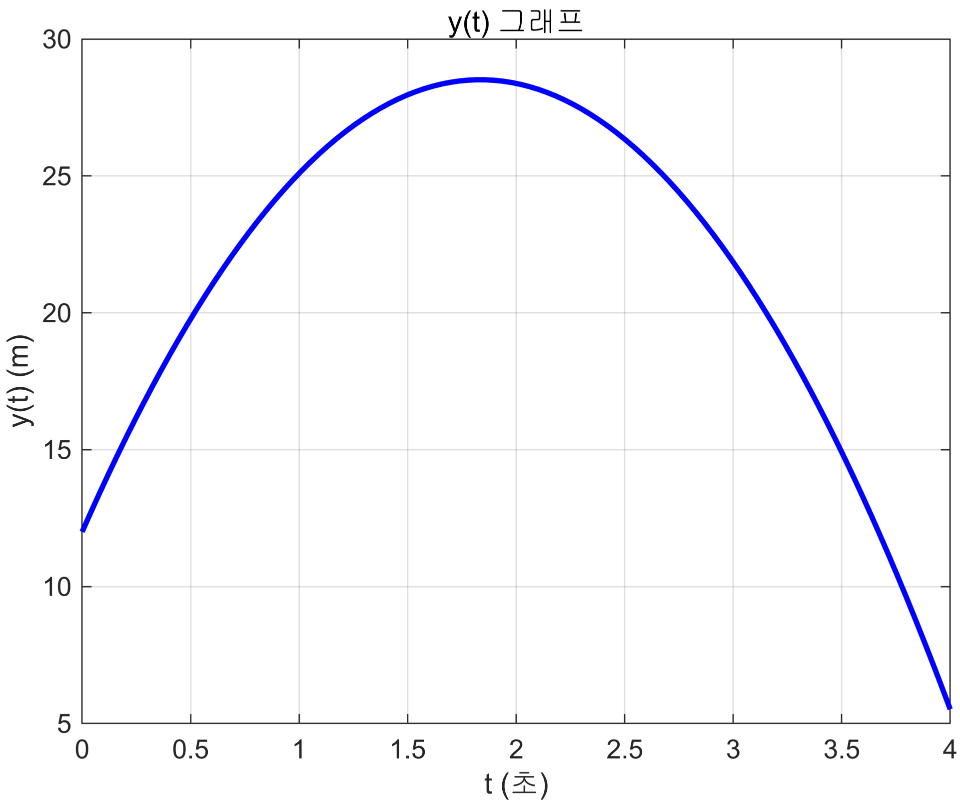
```
최고점에서의 높이: 28.5138 m
```

```
% 속도 그래프 그리기
t = linspace(0, 4, 100);
v = v0 + a * t;

figure;
plot(t, v, 'b', 'LineWidth', 2);
title('v(t) 그래프');
xlabel('t (초)');
ylabel('v(t) (m/s)');
grid on;
```



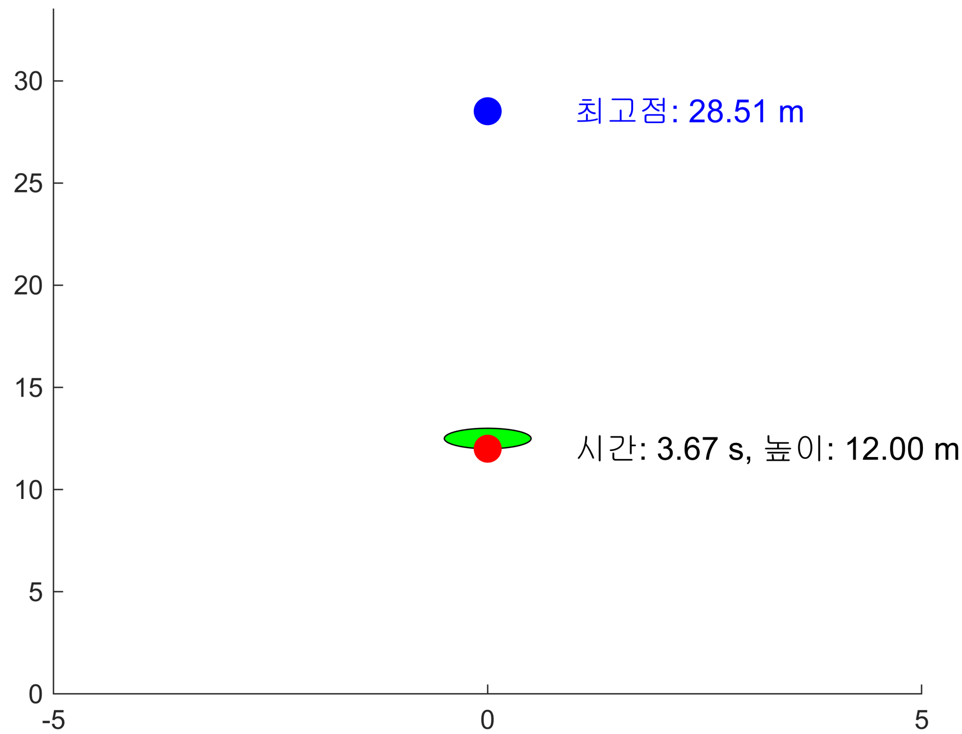

```
% 위치 그래프 그리기
t = linspace(0, 4, 100);  % 시간 범위 설정
y = y0 + v0 * t + 0.5 * a * t.^2;  % 위치 함수

figure;
plot(t, y, 'b', 'LineWidth', 2);
```

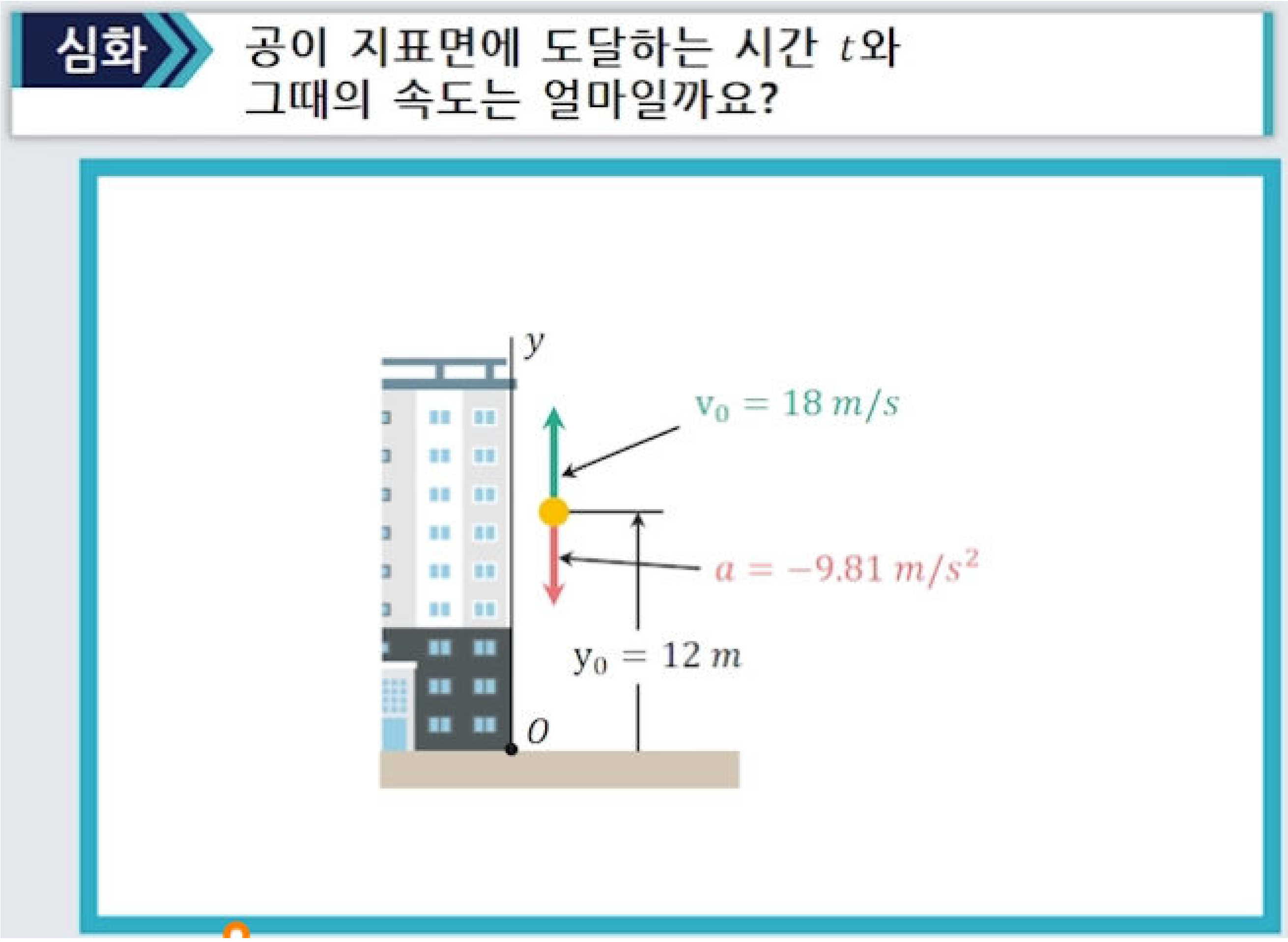
```
title('y(t) 그래프');
xlabel('t (초)');
ylabel('y(t) (m)');
grid on;
```




```
% 초기 조건 설정
y0 = 12;   % 초기 위치 (m)
v0 = 18;   % 초기 속도 (m/s)
g = 9.81;  % 중력 가속도 (m/s^2)

% 최고점 도달 시간 계산
t_peak = v0 / g;

% 최고점에서의 위치
y_peak = y0 + v0 * t_peak - (1/2) * g * t_peak^2;

% 전체 운동 시간을 계산 (왕복)
t_total = 2 * t_peak;

% 시간 범위 설정
t_vals = linspace(0, t_total, 100);

% 시간에 따른 위치 계산
y_vals = y0 + v0 * t_vals - (1/2) * g * t_vals.^2;
```

```matlab
% 애니메이션 준비
figure;
hold on;
xlim([-5, 5]);  % x축 범위
ylim([0, max(y_vals)+5]);  % y축 범위 (물체가 움직이는 범위)

% 공 그래픽 생성 (완전한 원형으로)
ball = rectangle('Position', [-0.5, y0, 1, 1], 'Curvature', [1, 1], 'FaceColor',
'g');

% 최고점과 초기 위치 표시
plot(0, y0, 'ro', 'MarkerSize', 10, 'MarkerFaceColor', 'r');  % 초기 위치
plot(0, y_peak, 'bo', 'MarkerSize', 10, 'MarkerFaceColor', 'b');  % 최고점 위치
text(1, y_peak, sprintf('최고점: %.2f m', y_peak), 'FontSize', 12, 'Color', 'b');

% 위치 및 시간 정보 텍스트 추가 (처음에는 초기 위치에서 표시)
position_text = text(1, y0, sprintf('시간: %.2f s, 높이: %.2f m', 0, y0),
'FontSize', 12, 'Color', 'k');

% 애니메이션 루프
for i = 1:length(t_vals)
    % 공 위치 업데이트
    set(ball, 'Position', [-0.5, y_vals(i), 1, 1]);  % 공의 y 위치 업데이트

    % 공의 위치 및 시간 정보를 실시간으로 업데이트
    set(position_text, 'Position', [1, y_vals(i)], 'String', sprintf('시간: %.2f s,
높이: %.2f m', t_vals(i), y_vals(i)));

    pause(0.05);  % 애니메이션 속도 조절
end

hold off;
```


최고점: 28.51 m
시간: 3.67 s, 높이: 12.00 m
30
25
20
15
10
5
0
-5
0
5



- 초기 위치 $y_0 = 12\ \mathrm{m}$
- 초기 속도 $v_0 = 18\ \mathrm{m/s}$ (위 방향)
- 중력 가속도 $a = -9.81\ \mathrm{m/s^2}$

공이 지면에 도달하는 시간과 속도를 구하는 방법:

1. **운동 방정식**: 위치 $y(t)$는 시간 t에 대한 2차 함수로 표현할 수 있습니다: $y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ 여기서 $y(t) = 0$일 때 공이 지면에 도달하므로, 이 식을 풀어 공이 지면에 도달할 때의 시간 t를 구합니다.
2. **속도 계산**: 속도는 다음 식으로 표현할 수 있습니다: $tv(t) = v_0 + at$ 구한 t 값을 이용해 공이 지면에 도달할 때의 속도를 계산합니다.

```
% 주어진 값
y0 = 12;    % 초기 위치 (m)
v0 = 18;    % 초기 속도 (m/s)
g = 9.81;   % 중력 가속도 (m/s^2)

% 운동 방정식: y(t) = y0 + v0*t - (1/2)*g*t^2
% y(t) = 0일 때의 시간을 구함 (이차 방정식 풀이)
syms t
```

```
eqn = y0 + v0*t - (1/2)*g*t^2 == 0;
t_sol = double(solve(eqn, t));

% 양의 시간 해 선택
t_ground = max(t_sol);  % 지면에 도달하는 시간

% 속도 계산: v(t) = v0 - g*t
v_ground = v0 - g * t_ground;

% 결과 출력
fprintf('지면에 도달하는 시간: %.2f 초\n', t_ground);
```

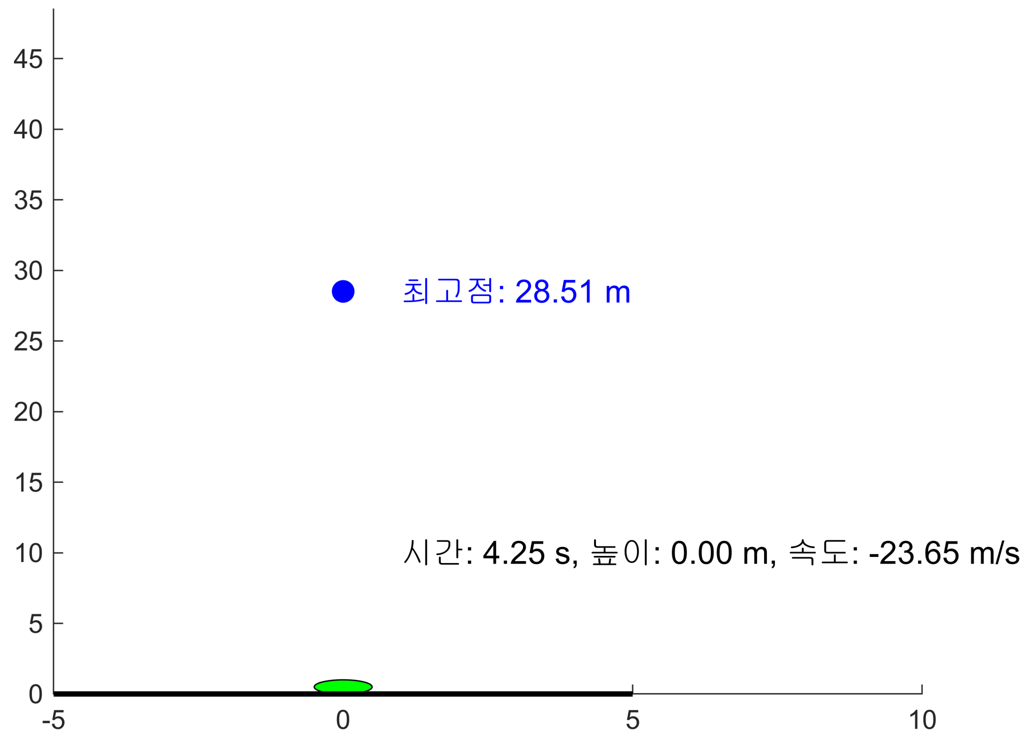
```
지면에 도달하는 시간: 4.25 초
```

```
fprintf('지면에 도달할 때 속도: %.2f m/s\n', v_ground);
```

```
지면에 도달할 때 속도: -23.65 m/s
```

```
% 초기 조건 설정
y0 = 12;    % 초기 위치 (m)
v0 = 18;    % 초기 속도 (m/s)
g = 9.81;   % 중력 가속도 (m/s^2)

% 운동 방정식: y(t) = y0 + v0*t - (1/2)*g*t^2
% y(t) = 0일 때의 시간을 구함 (이차 방정식 풀이)
syms t
eqn = y0 + v0*t - (1/2)*g*t^2 == 0;
t_sol = double(solve(eqn, t));

% 양의 시간 해 선택
t_ground = max(t_sol);  % 지면에 도달하는 시간

% 최고점 계산
t_peak = v0 / g;
y_peak = y0 + v0 * t_peak - (1/2) * g * t_peak^2;

% 시간 범위 설정
t_vals = linspace(0, t_ground, 100);

% 시간에 따른 위치 및 속도 계산
y_vals = y0 + v0 * t_vals - (1/2) * g * t_vals.^2;  % 위치
v_vals = v0 - g * t_vals;  % 속도

% 애니메이션 준비
figure;
hold on;
xlim([-5, 10]);  % x축 범위
ylim([0, y_peak + 20]);
```

```
% 공 그래픽 생성 (원형으로 표시)
ball = rectangle('Position', [-0.5, y0, 1, 1], 'Curvature', [1, 1], 'FaceColor',
'g');

% 지면 표시
plot([-5, 5], [0, 0], 'k', 'LineWidth', 2);  % 지면

% 위치 및 시간 정보 텍스트 추가 (처음에는 초기 위치에서 표시)
position_text = text(1, y0 +1, sprintf('시간: %.2f s, 높이: %.2f m, 속도: %.2f m/s',
0, y0, v0), 'FontSize', 12, 'Color', 'k');

% 최고점 표시
plot(0, y_peak, 'bo', 'MarkerSize', 8, 'MarkerFaceColor', 'b');  % 최고점 표시
text(1, y_peak, sprintf('최고점: %.2f m', y_peak), 'FontSize', 12, 'Color', 'b');

% 애니메이션 루프
for i = 1:length(t_vals)
    % 공 위치 업데이트
    set(ball, 'Position', [-0.5, y_vals(i), 1, 1]);  % 공의 y 위치 업데이트

    % 공의 위치, 시간 및 속도 정보를 실시간으로 업데이트
    set(position_text, 'Position', [1, y_vals(i) + 10], 'String', sprintf('시간:
%.2f s, 높이: %.2f m, 속도: %.2f m/s', t_vals(i), y_vals(i), v_vals(i)));

    pause(0.05);  % 애니메이션 속도 조절
end

hold off;
```


최고점: 28.51 m
시간: 4.25 s, 높이: 0.00 m, 속도: -23.65 m/s