

차량의 낙하 속도 및 시간

신광성* · 신성윤* · 이양원*

군산대학교 컴퓨터정보공학과*

Aesthetic Measure of Video Image

KwangSeong Shin* · SeongYoon Shin* · YangWon Rhee*

Dept. of Computer Information Engineering, Kunsan National University*

E-mail : {waver, s3397220, ywrhee}@kunsan.ac.kr*

요 약

자유낙체란 자유로이 낙하하는 물체를 말한다. 즉 물체의 초기 운동 상태와 무관하게 중력의 영향으로만 자유롭게 낙하하는 물체를 말하는 것이다. 본 논문에서는 공기의 저항을 무시하고, 수직방향으로 짧은 거리의 범위 내에서 고도에 의한 자유낙하 가속도의 변화가 없다고 가정한다. 이러한 가정 하에, 자동차가 수직 상 방향으로 출발하여 최고점에 도달하는 시간, 최대높이, 자동차가 출발 위치로 돌아오는 시간과 자동차의 속도, 자동차가 땅에 떨어질 때의 시간 및 속도에 대하여 알아본다.

키워드

Free Falling Body, Velocity, Gravity, The Highest Point

I. 서 론

지구 표면 근처에서 공기의 저항이 없다면 모든 물체는 떨어지는 가속도 값이 같다. 이로서 무거운 물체가 먼저 떨어진다는 이론은 사라졌다. 낙체에 대해 처음으로 현재의 개념을 갈릴레오가 제시하였다. 피사의 석탑에서 무게가 서로 다른 두 물체를 떨어뜨려서 그는 동시에 떨어진다는 사실을 알았고, 이러한 자유낙체의 법칙을 발견했다는 이야기가 있다.

자유낙체란 물체의 처음 운동 상태에는 무관하게 중력의 영향으로만 자유롭게 낙하하는 물체를 말한다. 위로 던지거나 쏘아올린 물체나 정지 상태에서 그냥 놓은 물체는 손을 떠난 순간부터 자유롭게 낙하한다. 또한 자유 낙하하는 모든 물체는 수직으로 아래 방향의 자유 낙하 가속도 g 가 생긴다.

자동차가 그림 1과 같이 언덕의 도약대를 타고 각각 처음 속도 5m/s , 10m/s , 15m/s , 20m/s 로 수직 방향으로 출발했다. 이 언덕의 높이는 30m 이고 언덕의 바로 옆에 떨어진다. 이때 최고 높이는 지점에 도달하는데 걸린 시간과 최대 높이, 차가 출발하는 위치까지 돌아오는데 걸리는 시간, 이 순간의 돌의 속도를 각각 구해 보도록 하자.

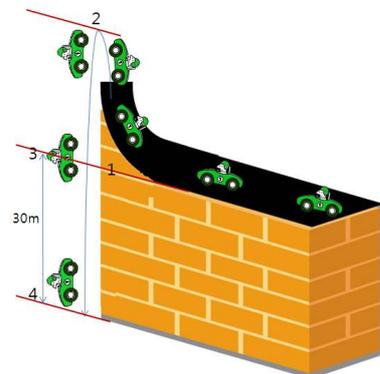


그림 1. 자동차의 자유 낙하

II. 관련연구

[1]에서는 Base를 향해 낙하하는 물체의 충돌 현상에 대해 모델링하였다. [2]에서는 동력이 없고 제어되지 않는 자유 낙하 물체를 비선형 하중 모델로 구현해보고, 외란에 따라 낙하하는 물체에 작용하는 하중값을 분석해보았다. 또한 [3]에서는 모바일 HDD에서 스핀들 회전축계의 기진 현상 해석을 통하여 자유 낙하 시 스핀들 모터로부터 발생하는 기계 및 전기적 변수들의 변화를 고찰하고, 자유 낙하를 충격 이전에 감지할 수 있는 배경 이론을 제시하였다.

III. 등가속도 운동

(1) $V = V_0 + at$ (V :속도, V_0 :처음 속도, a :가속도, t :시간)

[공식설명] 나중 속도 = 처음 속도 + 늘어난 속도 = 처음 속도 + (가속도 x 시간)

(2) $S = V_0t + \frac{1}{2}at^2$ (s :거리, V_0 :처음 속도, a :가속도, t :시간)

[공식설명] 간 거리 = 평균속력 x 시간 = (처음 속도 + 나중 속도) / 2 x 시간 = [처음속도 + 처음속도 + (가속도 x 시간)] / 2 x 시간 = 처음 속도 x 시간 + (가속도 x 시간 x 시간) / 2

IV. 실험

최고점에 도달하는 데 걸리는 시간은 $v = v_0 + at$ 를 이용하였다. 최고점에 도달시 $v = 0$ 이 된다.
 $5\text{m/s} + (-9.8\text{m/s}^2)t=0$

$$10\text{m/s} + (-9.8\text{m.s}^2)t=0$$

$$15\text{m/s} + (-9.8\text{m.s}^2)t=0$$

$$20\text{m/s} + (-9.8\text{m.s}^2)t=0$$

앞에서 구한 식을 $y = v_0t + 1/2at^2$ 에 대입하여 차량이 올라간 최대 높이를 구한다.

$$y=(5\text{m/s})(0.510\text{s})+\frac{1}{2}(-0.98\text{m/s}^2)(0.510)^2=2\text{m}$$

$$y=(10\text{m/s})(1.020\text{s})+\frac{1}{2}(-0.98\text{m/s}^2)(1.020)^2=5.10\text{m}$$

$$y=(15\text{m/s})(1.531\text{s})+\frac{1}{2}(-0.98\text{m/s}^2)(1.531)^2=11.48\text{m}$$

$$y=(20\text{m/s})(2.041\text{s})+\frac{1}{2}(-0.98\text{m/s}^2)(2.041)^2=20.41\text{m}$$

차가 원래 위치로 돌아 오는 식은 $y = v_0t + 1/2at^2$ 에서 $y=0$ 이 되는 것이다. 차가 출발한 위치로 다시 돌아오는데 걸린 시간은

$$0 = 5t - 4.9t^2 \text{이다. } t(5-4.9t)=0, 5t=4.9t^2, 5=4.9t, t=5/4.9=1.020\text{s}$$

$$0 = 10t - 4.9t^2 \text{이다. } t(10-4.9t)=0, 10t=4.9t^2, 10=4.9t, t=10/4.9=2.041\text{s}$$

$$0 = 15t - 4.9t^2 \text{이다. } t(15-4.9t)=0, 15t=4.9t^2, 15=4.9t, t=15/4.9=3.061\text{s}$$

$$0 = 20t - 4.9t^2 \text{이다. } t(20-4.9t)=0, 20=4.9t, 20=4.9t, t=20/4.9=4.082\text{s} \text{이다.}$$

위에서 구한 시간을 $V = V_0 + at$ 에 대입하면,

돌의 속도를 구할 수 있다.

$$V = 5\text{m/s} + (-9.8\text{m/s}^2)(1.020\text{s})=-4.996\text{m/s}$$

$$V = 10\text{m/s} + (-9.8\text{m/s}^2)(2.041\text{s})=-10.0018\text{m/s}$$

$$V = 15\text{m/s} + (-9.8\text{m/s}^2)(3.061\text{s})=-14.9978\text{m/s}$$

$$V = 20\text{m/s} + (-9.8\text{m/s}^2)(4.082\text{s})=-20.0036\text{m/s}$$

V. 결론

본 논문에서는 공기의 저항을 무시하고, 수직 방향으로 짧은 거리의 범위 내에서 고도에 의한 자유낙하 가속도의 변화가 없다고 가정하였을 때 자동차가 수직 상 방향으로 출발하여 최고점에 도달하는 시간, 최대높이, 자동차가 출발 위치로 돌아오는 시간과 자동차의 속도, 자동차가 땅에 떨어질 때의 시간 및 속도에 대하여 알아보았다.

참고문헌

- [1] 김병주, 권정우, 김태한, 지세진, 박중희, "가상 환경에서 자유 낙하에 따른 충돌 반응 양상 모델링," 한국정보과학회 2003년도 봄 학술발표논문집, 제30권, 제1호(B), pp. 1-650, 2003.4.
- [2] 왕현민, 우광준, "비선형 하중 제어 모델에서 외관에 따른 자유낙하 물체에 작용하는 하중 값 분석," 전자공학회논문지 제47권 SC편 제2호, pp. 1-59, 2010.3.
- [3] 박상진, 장건희, 김철순, 한재혁, "스핀들 회전축계의 기전 연성 해석을 이용한 모바일 HDD의 자유 낙하 특성 및 감지에 관한 연구," 한국소음진동공학회 2005 추계학술대회 논문집, pp. 324-329, 2005.