한국컴퓨터정보학회 동계학술대회 논문집 제20권 제1호 (2012. 1)

도약한 차량의 최대 높이 및 속도

신광성°
°군산대학교 컴퓨터정보공학과
e-mail:waver@kunsan.ac.kr

Maximum Height and Velocity of Jumping Car

Kwang-Seong Shin°
°Dept. of Computer Information Science, Kunsan National University

● 요 약 ●

자유 낙하하는 물체가 받는 힘은 중력 뿐이다. 우리는 중력만을 받아서 운동하는 것을 자유 낙하 운동이라고 하고 자유 낙하하는 물체를 자유낙체라 한다. 다시 말해서, 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 없다는 가정을 하고, 자동차가 수직 상 방향으로 출발하여 도약하고 최고점에 도달하는 시간, 최대높이, 자동차가 출발 위치로 돌아오는 시간과 자동차의 속도, 자동차가 땅에 떨어질 때의 시간 및 속도에 대해 알수 있다.

키워드: 자유낙체(Free Falling Body), 중력(Gravity), 속도(Veolcity), 최고점(The Highest Point)

I. 서론

지구에서 공기의 저항이 없다면 모든 물체는 떨어지는 가속도 값이 같아서 무거운 물체가 먼저 떨어진다는 이론은 없어졌다. 떨어지는 물체에 대하여 처음으로 현재의 개념을 갈릴레오가 제시하였다.

자유낙체란 물체의 초기 운동 상태와는 무관하게 중력의 영향으로만 자유롭게 낙하하는 물체를 말한다. 상방향으로 투척하거나 쏘아올린 물체나 정지 상태에서 그냥 떨어뜨린 물체는 떠난 순간부터 자유롭게 낙하한다. 그리고 자유 낙하하는 모든 물체는 수직으로 아래 방향의 자유 낙하 가속도 g가 생긴다.

자동차가 언덕의 도약대를 타고 각각 처음 속도 5m/s, 6m/s, 7m/s, 8m/s로 수직 방향으로 출발했다. 이 언덕의 높이는 30m이고 언덕의 바로 옆에 떨어진다. 이때 최고 높은 지점에 도달하는데 걸린 시간과 최대 높이, 차가 출발하는 위치까지 돌아오는데 걸리는 시간, 이 순간의돌의 속도를 각각 구해 보도록 한다.

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

II. 등가속도 운동

(1) $V = V0 + at$

(V;속도, V0;처음 속도, a;가속도, t;시간)

(설명) 나중 속도 = 처음 속도 + 늘어난 속도 = 처음 속도 + (가속도 x 시간)

(2) $S = V0t + \frac{1}{2}at^2$

(s;거리, V0;처음 속도, a;가속도, t;시간)

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

III. 실험

실험은 다음과 같이 차량이 전진하다가 도약하여 떨어지는 환경에서 값들을 측정하였다.

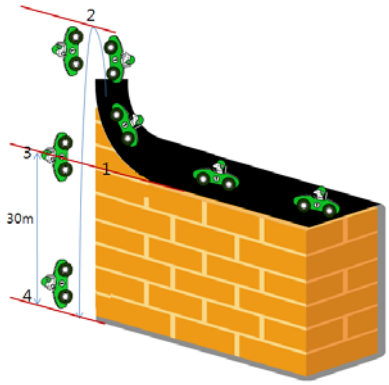

그림 1. 자동차의 자유 낙하
Fig. 1 Free Fall of Vehicle

최고점에 도달하는 데 걸리는 시간은 v = v0 + at를 이용하였다. 최고점에 도달시 v = 0이 된다.

$$5m/s + (-9.8m/s^2)t=0$$

$$t = \frac{5m/s}{9.8m/s^2} = 0.510s$$

$$6m/s + (-9.8m.s2)t=0$$

$$t = \frac{6m/s}{9.8m/s^2} = 0.612\ s$$

$$7m/s + (-9.8m.s2)t=0$$

$$t = \frac{7m/s}{9.8m/s^2} = 0.714\ s$$

$$8m/s + (-9.8m.s^2)t=0$$

$$t = \frac{8m/s}{9.8m/s^2} = 0.816\ s$$

앞에서 구한 식을 y = v0t + 1/2at^{2}에 대입하여 차량이 올라간 최대 높이를 구한다.

$$y=(5m/s)(0.510s)+½(-0.98m/s^2)(0.510)^2=2.42m$$
$$y=(6m/s)(0.612s)+½(-0.98m/s^2)(0.612)^2=3.19m$$
$$y=(7m/s)(0.714s)+½(-0.98m/s^2)(0.714)^2=4.75m$$
$$y=(8m/s)(0.816s)+½(-0.98m/s^2)(0.816)^2=6.21m$$

차가 원래 위치로 돌아 오는 식은 y = v0t + 1/2at2에서 y=0이 되는 것이다. 차가 출발한 위치로 다시 돌아오는데 걸린 시간은

0 = 5t - 4.9t^{2}이다. t(5-4.9t)=0, 5t=4.9t^{2}5=4.9t, t=5/4.9=1.020s
0 = 6t - 4.9t^{2}이다. t(6-4.9t)=0, 6t=4.9t^2, 6=4.9t, t=6/4.9=1.224s
0 = 7t - 4.9t^{2}이다. t(7-4.9t)=0, 7t=4.9t^2, 7=4.9t, t=7/4.9=1.429s
0 = 8t - 4.9t^{2}이다. t(8-4.9t)=0, 8t=4.9t^2, 8=4.9t, t=8/4.9=1.633s
이다.

위에서 구한 시간을 V = V0 + at에 대입하면, 차량의 속도를 구할 수 있다.

$$V = 5m/s + (-9.8m/s^2)(1.020s)=-4.996m/s$$
$$V = 6m/s + (-9.8m/s^2)(1.224s)=-5.995m/s$$
$$V = 7m/s + (-9.8m/s^2)(1.429s)=-7.004m/s$$
$$V = 8m/s + (-9.8m/s^2)(1.633s)=-8.003m/s$$

Ⅳ. 결론

자유낙체란 물체의 초기 운동 상태와는 무관하게 중력의 영향으로만 자유롭게 낙하하는 물체를 말한다. 본 논문에서는 공기의 저항을 무시하고, 수직방향으로 짧은 거리의 범위 내에서 고도에 의한 자유낙하 가속도의 변화가 없다는 가정을 하고, 자동차가 수직 상 방향으로 출발하여 도약하고 최고점에 도달하는 시간, 최대 높이, 자동차가 출발 위치로 돌아오는 시간과 자동차의 속도, 자동차가 땅에 떨어질 때의 시간 및 속도에 대해 알아보았다.

참고문헌

[1] Byung-Joo Kim, Jung-Woo Kwon, Tae-Han Kim, Se-Jin Ji, Jong-Hee Park, “Modelling of Downward Collision in Virtual Environment,” Proceedings of KIISE, Vol. 30, No. 1(B), pp. 1-650, 2003. 4.

[2] Hyun-Min Wang, Kwang-Joon Woo, “Analysis of Load Value acting Free Falling Object according to Disturbance using Nonlinear Load Control Model,” Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea. SC, Vol. 47, No. 2, pp. 1-59, 2010. 3.

[3] Sang-Jin Park, Gun-Hee Jang, Cheol-Soon Kim, Jae-Hyuk Han, “Characterization and Detection of a Free-falling State of a Mobile HDD Using the Electromechanical Analysis in a Rotating Spindle System,” Transactions of the Korean society for noise and vibration engineering, pp. 324-329, 2005.