

1.[4점] 다음 물음에 답하라.

(a) 동역학의 대상체를 질점[particle]과 강체[rigid body]로 구분할 때, 이 두 가지의 공통점과 차이점은 무엇인가?

(b) 코리올리[Coriolis] 가속도란 무엇인지 설명하고, 캠코더의 손떨림 보정장치에 사용되는 각속도 센서(일명 자이로[gyro]센서)의 원리를 간단히 설명하라.

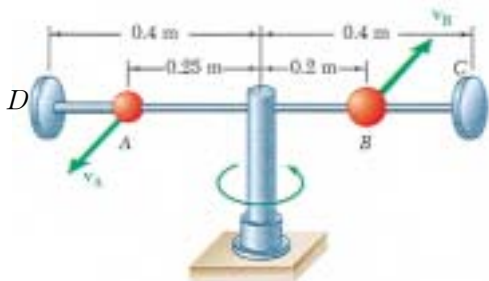
2.[4점] 질점의 평면운동을 표현하기 위하여 질점경로의 접선[tangential]방향 단위벡터 \mathbf{e}_t 와 법선[normal]방향 단위벡터 \mathbf{e}_n 을 사용할 때, 속도 벡터는 다음과 같이 표현된다. $\mathbf{v} = v \mathbf{e}_t$

이로부터 유도하여 가속도 벡터 \mathbf{a} 를 표현하라. 질점경로의 곡률 반지름을 ρ 라고 표기함.

3.[4점] A baseball pitching machine throws baseballs with a horizontal velocity \mathbf{v}_0 at height 1.5 m from the ground. The horizontal distance between the machine and a hitter is 12 m and the target height of a ball is 1.0 m from the ground.

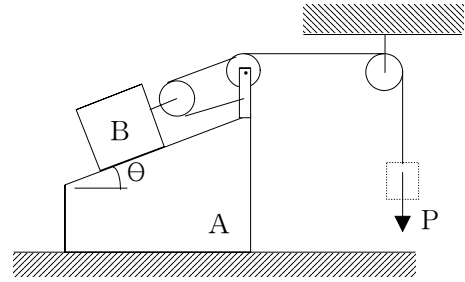
- (a) Determine the magnitude of the velocity v_0 .
- (b) Find the slope of the trajectory at the hitter's location (express the slope as an angle relative to the horizontal plane).

4.[5점] 0.30 kg의 볼 A와 0.40 kg의 볼 B가 수직축을 따라서 자유롭게 회전하는 수평막대에 달려 있다. 볼은 그림에 나와 있는 위치에 핀으로 고정되어 있다. 이제 A를 고정된 핀이 갑자기 제거되고 막대가 회전함에 따라 볼이 움직여서 D 위치로 움직이게 된다. 마찰과 막대의 질량은 무시할 만하고, B의 초기속도 \mathbf{v}_B 의 크기는 2.4 m/s이다.



- (a) 핀이 제거된 직후 볼 A의 막대에 대한 상대가속도 $\mathbf{a}_{A/rod}$ 의 크기를 구하라.
- (b) 볼 A가 D점에 도달한 후 볼 B의 속도 \mathbf{v}_B 의 크기를 구하라.

5.[8점] 질량 20 kg인 경사블록 A의 위에 질량 10 kg인 블록 B가 놓여 있고, 그림과 같이 도르래와 줄이 연결되어 있다. 경사각 θ 는 30° 이다.



- (a) 줄의 한쪽 끝에 작용하는 힘 P에 의해서 두 블록이 정지 상태를 유지하고 있을 때, 힘 P의 크기는?
- (b,c) 40 N의 힘 P로 아래로 잡아당겼더니 블록들이 움직이기 시작하였다. 블록 A의 가속도 \mathbf{a}_A 와 블록 B의 A에 대한 상대가속도 $\mathbf{a}_{B/A}$ 를 구하라.(접촉면의 마찰과 도르래 및 줄의 질량은 무시)
- (d) 힘 P를 가하던 위치에 질량 5 kg인 블록 C를 매달았다. 세 블록의 운동을 완전히 묘사하는 데 필요한 최소 좌표의 개수, 즉 자유도[degree of freedom]는 몇인가?

정답

- 3. (a) $v_0 = 37.6 \text{ m/s}$
(b) $\alpha = 4.76^\circ$
- 4. (a) $a_{A/rod} = 36.0 \text{ m/s}^2$
(b) $v_B = 1.30 \text{ m/s}$
- 5. (a) $P = 24.5 \text{ N}$
(b) $\mathbf{a}_A = 0.587 \text{ m/s}^2 \rightarrow$
(c) $\mathbf{a}_{B/A} = 2.59 \text{ m/s}^2 \angle 30^\circ$
(d) 2

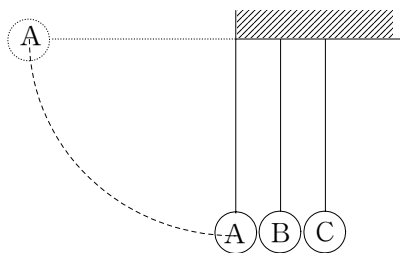
1.[4점] A 4-wheel-drive automobile of 1800 kg is driven on a horizontal road at a speed of 72 km/h when the brakes are applied. Constant braking forces are applied by the friction between the road and the tires. Static friction coefficient μ_s is 0.85 and kinetic friction coefficient μ_k is 0.80.

- (a) Determine the distance traveled by the automobile as it comes to stop.
- (b) Determine the time required for the automobile to come to a stop.

2.[2+3점] 각각의 질량이 $m_i(i=1, 2, \dots, n)$ 인 n 개의 질점으로 이루어진 질점계에서, 각운동량[angular momentum]에 관한 다음 물음에 답하라.

- (a) 고정점 O에 대한 각 질점의 각운동량이란 무엇이고, 질점계의 각운동량은 어떤 경우에 보존되는가?
- (b) 고정점 O에 대한 각 질점의 위치벡터가 \mathbf{r}_i 이고 속도가 \mathbf{v}_i 일 때, 이 질점계의 질량중심의 위치벡터는 $\mathbf{r}_G = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n m_i \mathbf{r}_i$ 이다. 질량중심 G의 속도를 \mathbf{v}_G 라고 표기하고, G에 대한 각 질점의 상대 위치벡터가 \mathbf{r}'_i 이고 상대속도가 \mathbf{v}'_i 이다. 질량중심 G에 대한 절대각운동량 \mathbf{H}_G 와 상대각운동량 \mathbf{H}'_G 가 같음을 증명하라.

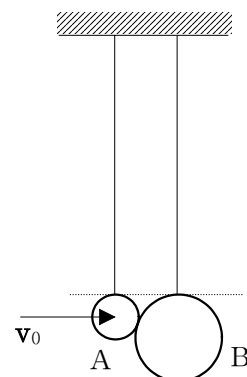
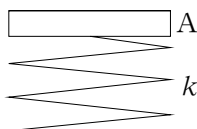
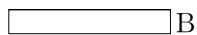
3.[6점] 질량이 m 이고 크기가 같은 구슬 세 개가 그림과 같이 길이가 같은 줄에 각각 매달려 있다. 구슬의 반지름과 줄의 길이의 합이 L 이다.



- (a) 구슬 A를 그림의 점선처럼 줄이 수평이 되도록 들어 올렸다가 놓았다. 구슬 A가 구슬 B와 충돌하기 직전의 속도를 구하라.
- (b) 구슬 A가 구슬 B와 충돌하기 직전의 속도의 크기가 v_0 라 할 때, 완전탄성충돌 한 직후 (구슬 C와 충돌하기 직전) A와 B의 속도를 구하라.
- (c) 이어서 구슬 B가 구슬 C와 완전탄성충돌 한 직후 B와 C의 속도를 구하라.

4.[6점] 질량 15 kg인 블록 A가 스프링상수 k 가 2000 N/m인 스프링 위에 놓여 있다. 질량 10 kg인 블록 B가 블록 A의 위 1 m 높이에서 자유낙하 하여 블록 A에 충돌한 후 함께 붙어 운동한다.

- (a) 블록 B가 블록 A에 완전소성충돌 한 직후 블록의 속도를 구하라.
- (b) 충돌 후 블록의 최대변위를 구하라.



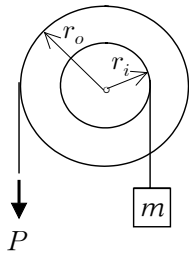
5.[4점] 반지름이 90 mm이고 질량이 7.92 kg의 공 B가 인장되지 않는 줄에 매달려 정지해 있고, 반지름이 40 mm이고 질량이 0.72 kg인 공 A가 그림과 같은 순간에 수평 속도 20 m/s로 B에 충돌한다. 충돌 시 반발계수가 0.8이다. 충돌 직후 공 B의 속도를 구하라.

정답

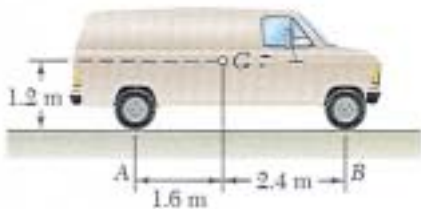
- 1. (a) $x = 25.5$ m
- (b) $\Delta t = 2.55$ s
- 3. (a) $v = \sqrt{2gL}$
- (b) $\mathbf{v}_A = 0, \mathbf{v}_B = v_0 \rightarrow$
- (c) $\mathbf{v}'_B = 0, \mathbf{v}'_C = v_0 \rightarrow$
- 4. (a) $\mathbf{v} = 1.77$ m/s \downarrow
- (b) $\mathbf{y}_{\max} = 0.253$ m \downarrow
- 5. $\mathbf{v}_B = 2.59$ m/s \rightarrow

- 1.[4점] 다음 물음에 2문장 이내로 서술형으로 답하라.
 (a) 2005학년도 2학기 ‘동역학’ 과목에서 공부한 사항을 ‘대상’과 ‘내용’의 관점에서 요약하라.
 (b) 달랑베르의 법칙(D'Alembert's principle)이란 무엇인가?

2.[4점] 질량이 20 kg 이고 회전반경(radius of gyration)이 0.70 m 인 이중 풀리가 있다. 안쪽 풀리의 반지름 r_i 는 0.50 m, 바깥 풀리의 반지름 r_o 는 0.80 m 이다. 질량 m 이 8.0 kg의 블록이 그림과 같이 매달려 있고, 150 N의 힘 P 로 줄을 잡아당긴다. 풀리의 회전 각가속도 α 를 구하라.



3.[6점] When the forward speed of the truck shown was 12 m/s, the brakes were suddenly applied, causing all four wheels to stop rotating. It was observed that the truck of 2400 kg skidded to rest in 15 m.



- (a) Determine the acceleration of the truck until it stopped.
 (b,c) Determine the kinetic friction coefficient μ_k and the magnitude of the normal reaction force at each wheel as the truck skidded to rest.

4.[6점] 평면운동에 있어서, 고정좌표계 OXY와, O를 중심으로 각속도 Ω 로 회전하는 좌표계 Oxy에 있어서, 벡터함수 $\mathbf{Q}(t)$ 의 변화율은 다음과 같은 관계가 있다.

$$(\dot{\mathbf{Q}})_{OXY} = \Omega \times \mathbf{Q} + (\dot{\mathbf{Q}})_{Oxy}$$

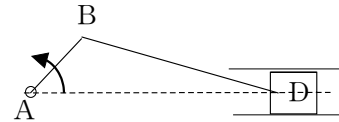
(a) 가령 $\mathbf{Q}(t)$ 가 질점 P의 위치벡터 $\mathbf{r}(t)$ 이고 $\Omega = \omega$ 이면, 위치벡터 $\mathbf{r}(t)$ 의 변화율은 다음과 같이 표현된다. 세 항의 의미는 각각 무엇인가?

$$(\dot{\mathbf{r}})_{OXY} = \omega \times \mathbf{r} + (\dot{\mathbf{r}})_{Oxy}$$

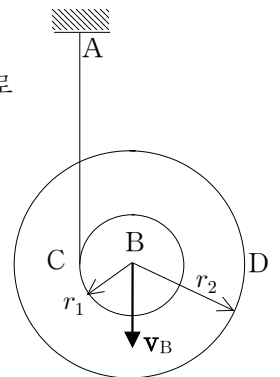
(b) 위의 식을 이용하여 질점 P의 가속도 \mathbf{a}_P 를 유도하라.

(c) 위에서 유도된 가속도 식에서 각 항의 의미는 각각 무엇인가?

5.[4점] 엔진 시스템에서 크랭크 AB (길이 0.05 m)가 시계반대방향의 일정한 각속도 180 rad/s로 회전하고 있다. 크랭크 축 A와 피스톤 D를 연결하는 선 AD에 대해 크랭크 AB가 30°의 각을 이루는 위치에서, 연결봉 BD (길이 0.16 m)의 각속도 ω 와 피스톤 D의 속도 \mathbf{v}_D 를 구하라.



6.[6점] 그림에서 나타난 순간에 이중 풀리의 중심 B는 아랫방향으로 0.85 m/s의 일정한 속도를 갖는다. 안쪽 풀리에 감긴 줄의 한쪽 끝은 점 A에 고정되어 있다.



($r_1 = 0.08$ m, $r_2 = 0.15$ m)

- (a) 풀리의 각속도 ω 와 점 D의 속도 \mathbf{v}_D 를 구하라.
 (b) 풀리의 각가속도 α 와 점 C의 가속도 \mathbf{a}_C 를 구하라.
 (c) 점 D의 가속도 \mathbf{a}_D 를 구하라.

정답

2. $\alpha = 6.84 \text{ rad/s}^2$
 3. (a) $\mathbf{a} = 4.80 \text{ m/s}^2 \leftarrow$
 (b) $\mu_k = 0.489$
 (c) $\mathbf{N}_{\text{front}} = 6437 \text{ N} \uparrow$, $\mathbf{N}_{\text{rear}} = 5335 \text{ N} \uparrow$
 5. $\omega = 49.3 \text{ rad/s} \uparrow$, $\mathbf{v}_D = 5.73 \text{ m/s} \leftarrow$
 6. (a) $\omega = 10.6 \text{ rad/s} \uparrow$, $\mathbf{v}_D = 2.44 \text{ m/s} \downarrow$
 (b) $\alpha = 0$, $\mathbf{a}_C = 9.03 \text{ m/s}^2 \rightarrow$
 (c) $\mathbf{a}_D = 16.8 \text{ m/s}^2 \leftarrow$