7.24 그림과 같이 점 A에서 정지한 입자가 마찰이없는 궤도를 따라 움직인다. (a) 점 B와 (b) 점 C에서의 속력을 구하고, (c) 오른쪽 반환점을 구하라

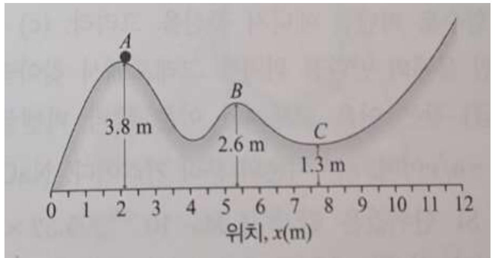


그림 7.16 연습 문제 24

➔ Sol) $K + U =$ 일정 (역학적에너지보존) , $U_i + \overbrace{K_i}^{=0} = U_f + K_f$ (초기 운동에너지는 0)

$mgy_A = mgy + \frac{1}{2}mv^2$ 을 적용.

a) $mgy_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgy_B$

→ $v_B = \pm\sqrt{2g(y_A - y_B)} = \pm\sqrt{2(9.8\ \mathrm{m/s^2})(3.8\ \mathrm{m} - 2.6\ \mathrm{m})} = \pm 4.9\ \mathrm{m}/s$

b) a 와 동일한 방식, C 에서의 속력으로 정리하면,

→ $v_C = \pm\sqrt{2g(y_A - y_C)} = \pm\sqrt{2(9.8\ \mathrm{m/s^2})(3.8\ \mathrm{m} - 1.3\ \mathrm{m})} = \pm 7.0\ \mathrm{m}/s$

c) 반환점에서 잠시 정지 후 반대로 움직인다. 즉 운동에너지는 순간 0이며, 위치에너지가 전체역학적에너지.

→ $K + U = \frac{1}{2}mv^2 + mgy =$ 일정 , 마찰이 없기때문에 에너지 손실은 없고, A위치와 동일한 3.8 m 지점

7.47 나무토막이 마찰이 없는 원형트랙으로 내려온다. 정지 상태에서 출발했을때 토막이 고리 한바퀴를 돌수있는 최소 높이 h는?

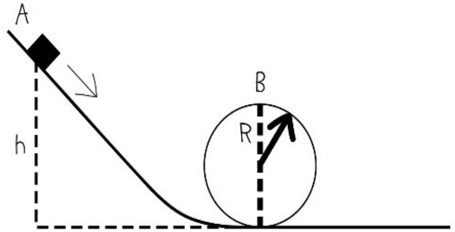
➔ Sol) 역학적에너지 보존+원운동시 가속도 $a = \frac{v^2}{r}$, 초기 역학적에너지= 위치에너지로 U_0 = mgh ,

나중 트랙을 돌때 B에서의 역학적 에너지는 U + K = 2mgR +mv²/2 ,

역학적 에너지 보존으로 두 값은 같음, 원형 트랙을 돌때 원 운동하므로 속도는 $v^2 \geq ar$

여기서 트랙 원운동의 구심가속도 a=g (중력가속도), 반경 r = R(트랙반경) 이므로,

→ $mgh = 2mgR + \frac{1}{2}mv^2$, $v^2 = 2gh - 4gR \geq gR$, $h \geq \frac{5}{2}R$



7.56 그림처럼 깊이 15 cm인 그릇 꼭대기에 정지한 바퀴벌레가 바닥부 1.4 츠 를 제외하고 마찰이없는 그릇 속에서 왔다갔다하면서 진동할때, 바퀴는 이 바닥을 몇번이나 지나는가? (바닥 마찰계수는 0.89)

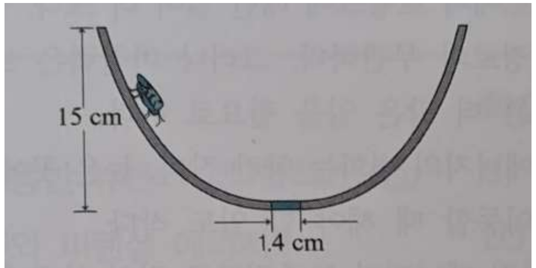


그림 7.20 실전 문제 56

➔ Sol) 마찰에대해서 한일 $W_{nc} = -\vec{f}_k \cdot \vec{d} = -f_k d = -\mu_k mgd$,
역학적 에너지 보존에 따라 비보전력에의한 일로 감소된
에너지는 운동에너지와 위치에너지의 감소와 동일,
$\Delta U + \Delta K = W_{nc}$, 초기 역학적에너지는 $U_0 = mgh$,
$n = \frac{U_0}{W_{nc}} = \frac{mgh}{\mu_k mgd} = \frac{h}{\mu_k d} = \frac{15\text{ cm}}{(0.89)(1.4\text{ cm})} = 12.04$, ∴ 12번

7.57 용수철 상수 $k = 200\ N/m$, 용수철 15 cm 압축해서 190g의 토박 발사,
용수철은 마찰이 없는 수평면에 설치, 용수철 평형길이를 지나면,
마찰계수가 0.27인 길이 85 cm 마찰면이 있을때, 토막이 정지한 곳은 어디?

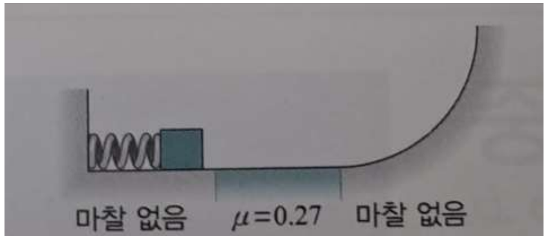


그림 7.21 실전 문제 57

➔ Sol) 용수철의 포텐셜 에너지 $K_0 = \frac{1}{2}kx^2$, 마찰에대한 일 $W_{nc} = -\mu_k mgL$,
$K_0 = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}(200\text{ N}/m)(0.15\text{ m})^2 = 2.25\text{ J}$
$\Delta E = W_{nc} = -\mu_k mgL = -(0.27)(0.19\text{ kg})(9.8\text{ m/s}^2)(0.85\text{ m}) = -0.427\text{ J}$
오른쪽 곡선이 수직으로 충분히 높다면, 토막은 다시 왼쪽으로 다시와서 용수철을 압출시키고 다시 오른쪽으로 발사되는 운동으로 56번문제와 같은 형태의 문제가 됨, 5.27 번 반복해서 바닥을 지나면 에너지는 0이 되므로, 실제적인 5번 바닥을 지나면 남은 에너지는 $K = K_0 - 5|W_{nc}| = 0.113J$ 가 되어 5번을 지나 오른쪽에서 왼쪽으로 올때, 마찰에 의해 정지됨. 그 길이는 $s = \frac{K}{\mu_k mg} = \frac{0.113\text{ J}}{(0.27)(0.19\text{ kg})(9.8\text{ m/s}^2)}$ = 0.225 로 85 cm − 22.5 cm = 62.5 cm.
마찰이 시작되는 지점으로부터 오른쪽으로 62.5 cm 지난 위치에서 정지.

7.62 그림처럼 마찰이 없는 구형 대머리 꼭대기에 앉은 바퀴벌레가 반지름이 1/3 인 수직 위치에서 아래도 떨어짐을 보여라.

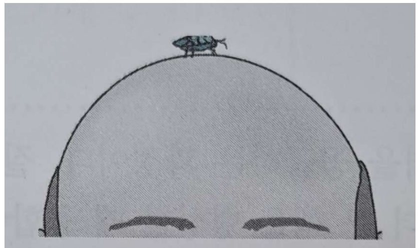


그림 7.23 실전 문제 62

➔ Sol) 역학적 에너지 보존, 초기 역학적에너지는 $U_0 = mgR$,

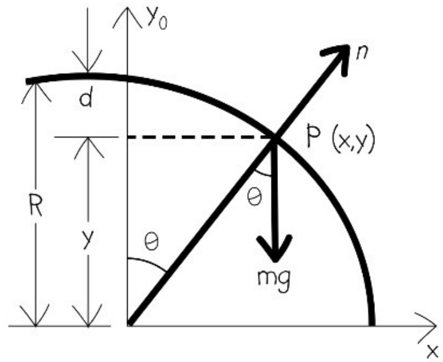
$$U_0 + \overbrace{K_0}^{=0} = U + K \ , \quad mgR = mg(R-d) + \frac{1}{2}mv^2 \ ,$$

수직항력이 없으면(작용반작용) 바퀴벌레는 더 이상 대머리 위에 있을 수 없다.

작용 반작용과 뉴턴 법칙(F=ma)을 이용하면, $n + mg\cos\theta = m\frac{v^2}{R}$,

수직항력이 0 이 되는 지점이 바퀴벌레가 대머리를 누르지 않고 아래로 떨어지는 지점.

오른쪽 그림처럼 cosθ = (R – d)/R 인 관계를 이용하면, n= 0 일때,



$mg\frac{R-d}{R} = m\frac{v^2}{R}$ 이 되어, $v^2 = g(R-d)$ 가 된다. 이 값을 위 역학적 에너지 보존식에 넣으면 $mgR = mg(R-d) + \frac{1}{2}mv^2$ → $mgR = mg(R-d) + \frac{1}{2}mg(R-d)$ 로

$d = \frac{R}{3}$ 이 되어야 한다.