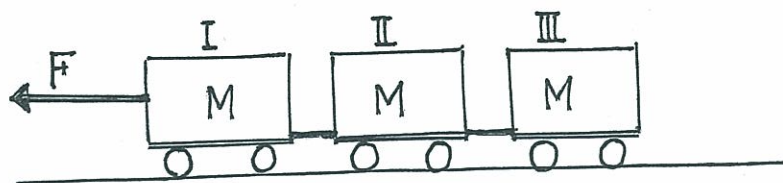


Placement Test (고급 물리학 1)

(60 분)

1. (20 점) 선로 위에 질량 M 인 화물 차량 세 동이 연결되어 있고 이것을 기동차가 힘 F 를 주어 끌어 당기고 있다. 마찰력은 무시해도 좋다고 하고 이 경우 각 화물차량 I, II, III (그림 참조) 에 작용하는 힘들과 그 크기를 구하라.



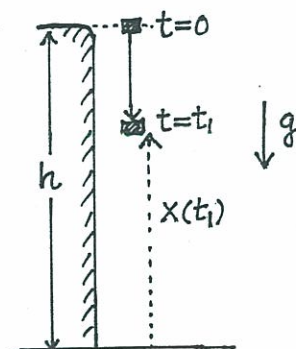
2. (20 점) 높이 h 인 절벽 위에서 질량 m 인 물체를 떨어뜨리는 경우를 생각하자. 물체는 중력 외에도 속도에 비례하는 저항력 $f_r = -kV$ (여기서 $k > 0$) 을 받는다.

(가) 시간 t 에서 물체의 수직 방향 위치를 $x(t)$ 로 놓고 물체의 운동방정식 (즉 $x(t)$ 가 만족하는 식) 을 써보아라.

(나) $x(t=0) = h$, $v(t=0) \equiv \frac{dx(t)}{dt} \Big|_{t=0} = 0$ 라고 할 때 $x(t)$ ($t > 0$) 를 구하라.

(다) $t \gg m/k$ 에서는 등속 운동으로 근사될 수 있음을

보이고, 그 상황에서 감소된 중력 퍼텐셜 에너지는 어디로 사라지는가 말하라.



3. (30 점) 3차원 공간에서 질량 m 인 작은 물체가 원점 O (=힘의 중심) 에서

$$\vec{F} = f(r) \frac{\vec{r}}{r}, \quad \left(\text{여기서 } r = |\vec{r}| \text{ 이고, } \vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k} \text{ 는 물체의 원점 } O \text{ 로 부터 위치를 나타낸다.} \right)$$

와 같이 나타내어지는 중심력을 받고 움직이는 경우를 생각하자. 초기조건이 $\vec{r}(t=0) = \vec{r}_0$, $\vec{v}(t=0) \equiv \frac{d\vec{r}}{dt} \Big|_{t=0} = \vec{v}_0$ 와 같고, 여기서 $\vec{v}_0$ 는 $\vec{r}_0$ 에 수직하게 (즉 $\vec{r}_0 \cdot \vec{v}_0 = 0$) 주어졌다고 가정하라.

(가) 물체의 운동방정식을 쓰고, 이로 부터 이 물체는 항상 어떤 2차원 평면 상에서 운동하게 된다는 사실을 유도하라.

(L) 이 경우 $A(t)$ 가 물체의 위치 벡터 $\vec{r}$ 이 운동 평면 상에서 $t=0$ 에서 부터 시간 t 까지 쓸고 지나간 면적을 나타낸다고 하자. 이 면적의 시간당 변화율 $\frac{dA(t)}{dt}$ 는 시간에 무관하게 일정한 값을 가짐을 보이고, 또 그 값을 초기조건을 써서 나타내 보아라.

(E) 이 문제에서 중심력 $\vec{F}$ 가 역제곱 인력의 형태, 즉

$$\vec{F} = -\frac{k}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}, \quad (\text{여기서 } k \text{는 양의 상수})$$

와 같이 주어진다고 하고, 이 물체가 원점 O 에서 거리가 r 인 지점에 있을 때 물체가 갖는 속도의 크기 $v = |\vec{v}|$ 는 어떤 값을 갖는 지 말하라.

[4.] (30 점) 어떤 강체가 수직 평면에서 고정점 O 를 갖고 그 점을 지나는 수평축 OX 주위로 진동 운동을 하는 경우를 생각하자. 강체의 질량을 m , 축 OX 에 대한 관성모멘트는 I , 그리고 점 O 에서 강체의 질량 중심 C 까지의 거리를 d 라고 하자. (* 점 O 와 C 는 진동 평면 상에 있음).

(7) 시간 t 에 선 OC 가 수직 방향과 이루는 각을 $\theta(t)$ 라고 할 때 $\theta(t)$ 는 어떤 운동방정식을 만족하는가?

(L) 강체가 미소 진동 (즉 $\theta(t)$ 값이 아주 작은 범위에서 이루어지는 진동)을 하는 경우 그 진동주기는 어떻게 주어지는가?

(E) 강체가 진동하면서 축은 힘을 받고 축은 또 그 반작용에 해당하는 힘 $\vec{F}_r$ 을 강체에 줄 것이다. 그 힘 $\vec{F}_r$ 을 시간의 함수로 구하는 방법을 말해 보아라.

