

Physics Homework
#1

bytetriper

521021910750

2022/3/2

Contents

1 Regular Homework Problems

Mainly contains Handwritten-Images

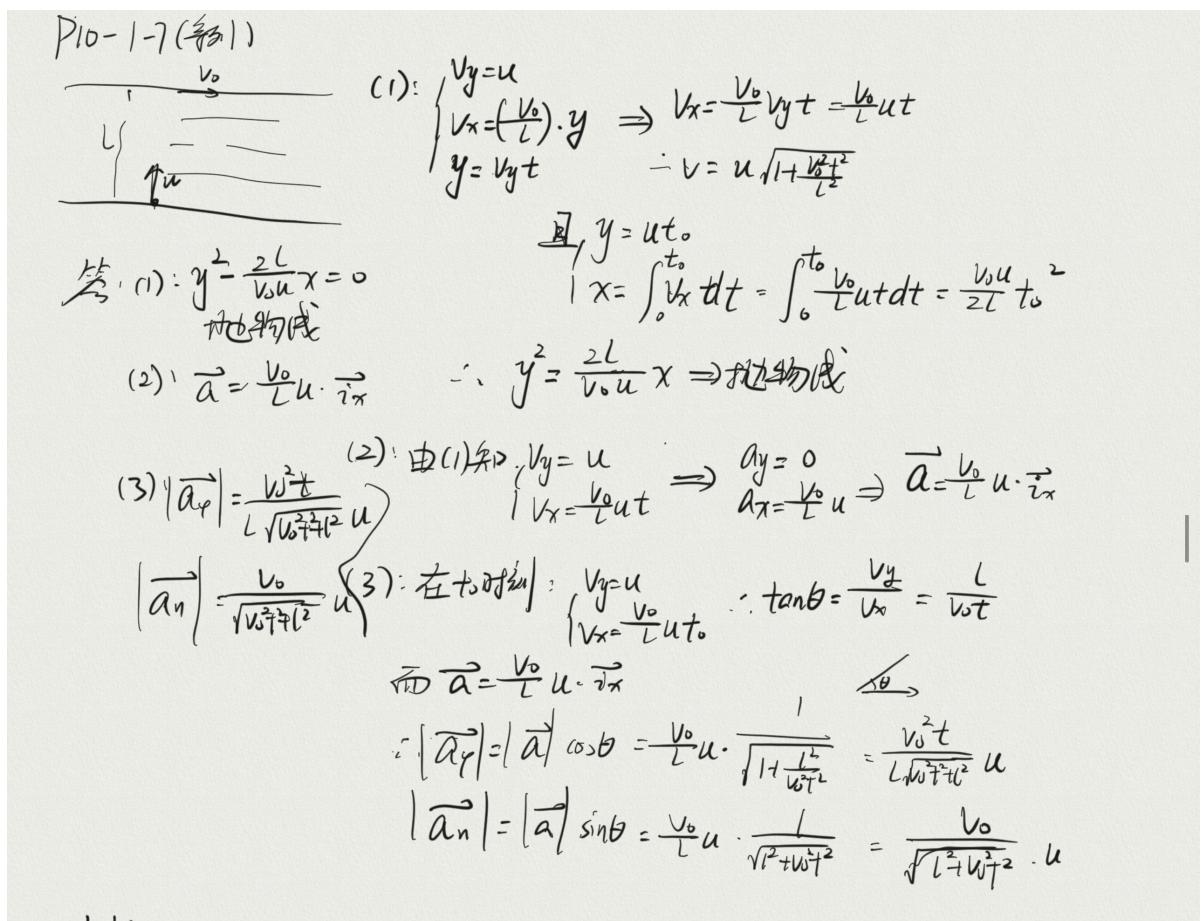


Figure 1: P10-1-7

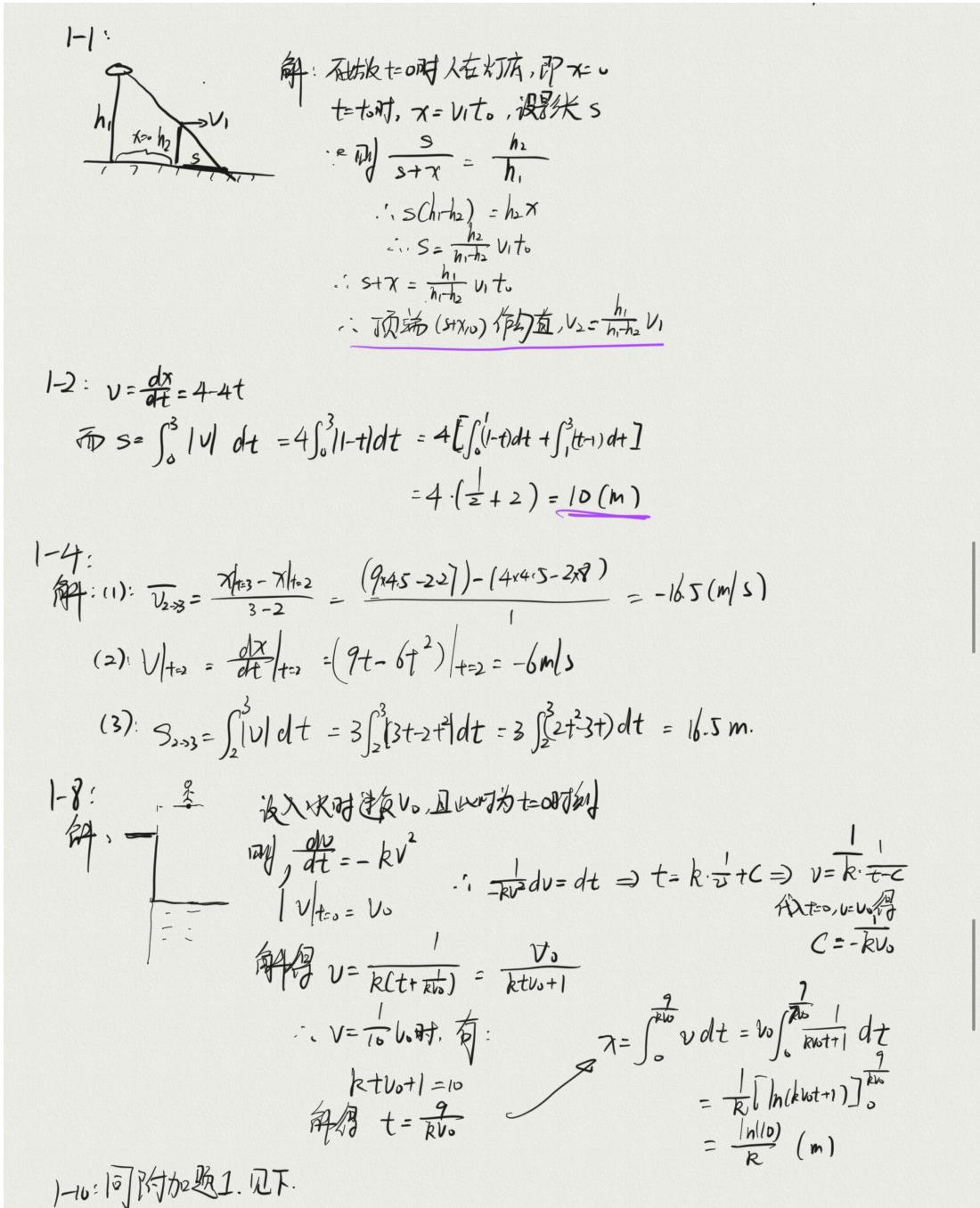


Figure 2: P10:1-1 to 1-8

2 Extra Problems

2.1 Extra Problems

补充作业1、一小球在一长楼梯的顶部水平抛出一球，设楼梯是光滑的，但小球速度的竖直分量经与楼梯碰撞后减为碰前的 e 倍。为使小球能如图所示沿长楼梯逐级下跳，求小球抛出时的高度 h 和初速 v_0 。已知楼梯每级宽度均为 l 。

解：即要求每次碰撞间水平位移相等

即要求每次运动完全一致

第一次碰撞时：

$$v_{y1} = \sqrt{2g(h+1)}, v_{y\text{碰撞}} = ev_{y1} = e\sqrt{2g(h+1)}$$

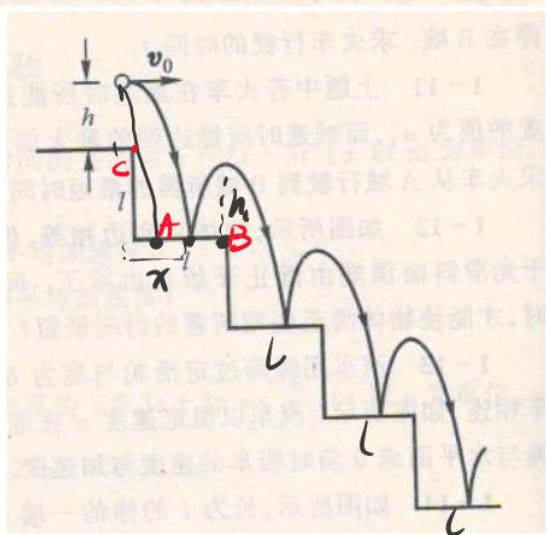
$$\therefore h_1 = \frac{v_{y\text{碰撞}}^2}{2g} = e(h+1) = h$$

$$\therefore h = \frac{e}{1-e} L$$

对于 v_0 ，要求一次运动全长必为 L

$$\text{而一次运动时间 } t = t_{上} + t_{下} = \sqrt{\frac{2h}{g}} + \sqrt{\frac{2(h+1)}{g}} = \sqrt{\frac{2}{g}} \left(\sqrt{\frac{e}{1-e}} L + \sqrt{\frac{1}{1-e}} L \right)$$

$$\text{有 } v_0 t = L \Rightarrow v_0 = \frac{L}{t} = \sqrt{\frac{gL}{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{e}{1-e}} + \sqrt{\frac{1}{1-e}}} = \underline{\underline{\sqrt{\frac{L}{2}} \left(\sqrt{\frac{1}{1-e}} - \sqrt{\frac{e}{1-e}} \right)}}$$



补充作业2、某种游乐机由大、小两种圆盘组成，小圆盘绕其固定在大圆盘上的 O' 轴以角速度 ω' （相对大圆盘）旋转，大圆盘又以角速度 ω （相对地面）绕中心轴 O 旋转，人坐在小圆盘的边缘上的 P 点。求两圆盘转至图示位置时（见图，此时 $O'P$ 与 OO' 成 φ 角）， P 点相对地面的速度和加速度。为简单起见，设 $\omega' = \omega$, $OO' = O'P = R$ 。

解：记地面为 S_1 系，大圆为 S_2 系，小圆为 S_3 系。

则在 S_2 系中

$$P\text{点速 } \overrightarrow{V_{S_3-S_2}} = \omega' R.$$

方向朝 $O'P$ 垂直方向

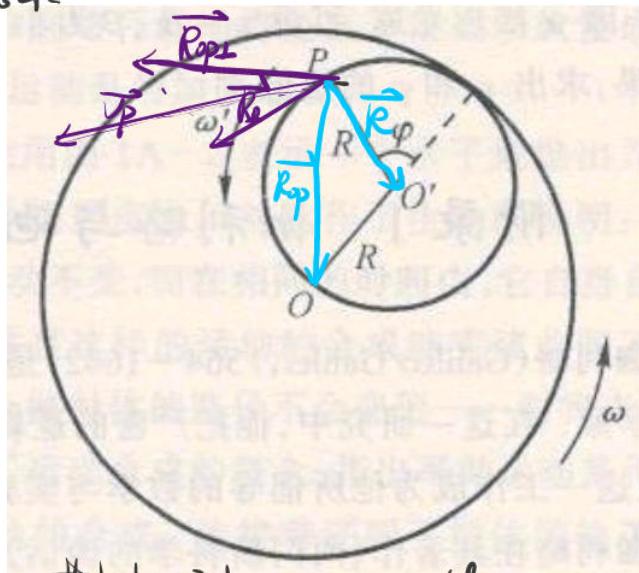
在 S_1 系中

$$\overrightarrow{V_P} = \overrightarrow{V_{S_3-S_2}} + \overrightarrow{V_{S_2-S_1}}$$

$$= \overrightarrow{\omega R} + \overrightarrow{\omega R_{op}}$$

$$= \omega (\overrightarrow{R} + \overrightarrow{R_{op}})$$

$$\text{加速度 } \overrightarrow{a_P} = \overrightarrow{a_{S_3-S_2}} + \overrightarrow{a_{S_2-S_1}} = \underline{\underline{\omega^2 (\overrightarrow{R} + \overrightarrow{R_{op}})}} \quad \text{其中 } |\overrightarrow{R_{op}}| = 2R \cos \frac{\varphi}{2}$$



补充作业3、

(1) 质点沿x轴正向运动，加速度 $a=-kv$, k 为正的常数。设 $t=0$ 时

刻质点从原点出发，速度为 v_0 ，求运动方程 $x=x(t)$ 。

$$\frac{dv}{dt} = -kv \Rightarrow v = e^{-kt} \cdot v_0 \Rightarrow x = \int_0^t v dt = \left[-\frac{v_0}{k} e^{-kt} \right]_0^t = \frac{v_0}{k} - \frac{v_0}{k} e^{-kt}$$

(2) 使用数学工具(excel或者matlab)，使用数值近似方式去计算出 $x(t)$ 。此处给定 $k=1$ (单位 $1/s$), $v_0=v(0)=1$ (m/s)。

操作方法为：在 $t=0$ 时刻取一个很小的间隔 Δt (比如 $0.01 s$)，认为在此时间内加速度恒定为 $-v(0)$ ，通过 $v(\Delta t)=v(0)-v(0)*\Delta t$ 来求出 Δt 时刻的速度，通过 $x(\Delta t)=x(0)+v(0)*\Delta t$ 来求出 Δt 时刻的位移。以此类推，从 0 开始求出 Δt , $2*\Delta t$, ...直到任意时刻的 $x(t)$ 和 $v(t)$ 。数值计算 $t=1 s$ 时刻的 $x(t)$ 与1得到的积分结果进行比对，在同一张图上画出数值计算与积分运算的 $x=x(t)$ 曲线。

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} x(t) = \frac{1}{k} = 1m.$$

(3) 讨论2里面的误差来源。使用更小的时间间隔 Δt (比如 $0.001 s$)重新计算 2 (不必画图)，误差是否减小了？

2.2 Computer-generated Graphs

Using matplotlib+numpy for plots

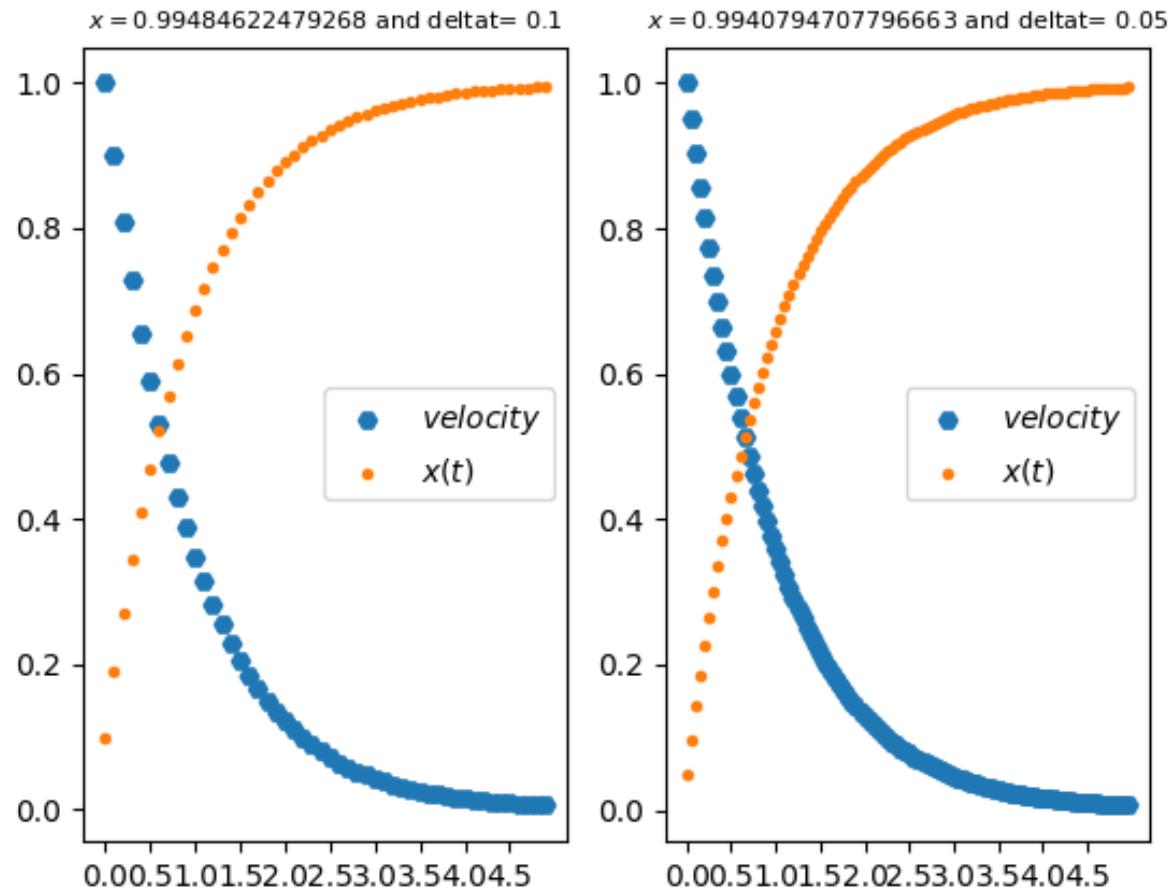


Figure 3: Plot of $x(t)$ & $v(t)$