

北京市十一学校 2023~2024 学年第 3 学段高一年级物理 II (A) 学科 教与学诊断

时间：90 分钟 总分：100 分

一、选择题（本题共 12 小题，每小题 3 分，共 36 分。在每小题给出的四个选项中，有的小题只有一个选项是正确的，有的小题有多个选项是正确的。全部选对的得 3 分，选不全的得 2 分，有选错或不答的得 0 分。把正确的答案填涂在答题纸上。）

1. 关于机械能，下列说法正确的是

- A. 如果物体所受的合外力不为零，则机械能一定发生变化
- B. 做匀速直线运动的物体，其机械能一定守恒
- C. 做变速运动的物体，其机械能可能守恒
- D. 物体不受摩擦力，机械能一定守恒

2. 如图 1 所示，一个质量为 0.1kg 的钢球以 6m/s 的速度水平向右运动，碰到坚硬的墙壁后弹回，沿着同一直线以 6m/s 的速度水平向左运动。在这一过程中

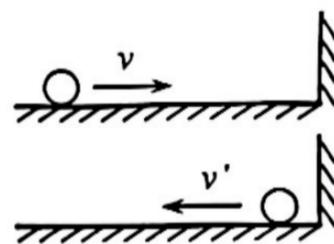


图 1

- A. 钢球的动能变化量为 0
- B. 钢球的动量变化量为 0
- C. 墙壁对钢球的弹力做负功
- D. 墙壁对钢球的弹力的冲量方向向左

3. 木块 A 和 B 用一根轻弹簧连起来，放在光滑水平面上， A 紧靠墙壁，在 B 上施加向左的水平力压缩弹簧，如图 2 所示。撤去外力后，对 A 、 B 和弹簧组成的系统，下列说法正确的是



图 2

- A. A 尚未离开墙壁前，系统的动量守恒
- B. A 尚未离开墙壁前，系统的机械能守恒
- C. A 离开墙壁后，系统的动量守恒
- D. A 离开墙壁后，系统的机械能守恒

4. 某质点做简谐运动的振动图像如图 3 所示。关于该简谐振动，下列选项正确的是

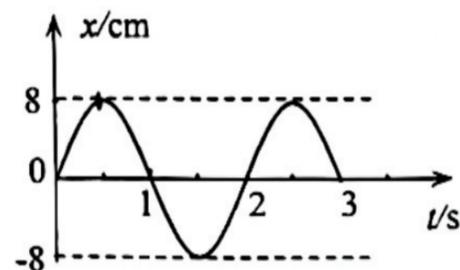


图 3

- A. 振幅为 8cm
- B. 周期为 2s
- C. $t=3\text{s}$ 时，质点的速度为负的最大值
- D. $t=0.5\text{s}$ 时，质点的加速度为负的最大值

5. 一根张紧的水平绳上挂了 5 个小球，摆长 $l_D > l_C > l_A = l_B > l_E$ ，使 A 摆动后，其他四个摆随之振动。则达到稳定时

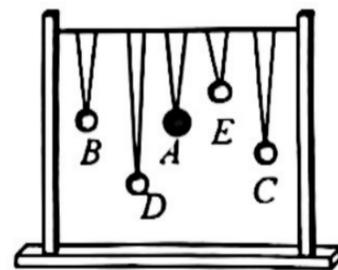


图 4

- A. D 摆的周期最大
- B. 这四个摆的周期各不相同
- C. 只有 B 摆发生共振现象
- D. 在 B 摆的振幅大于 E 摆的振幅

6. 如图 5 所示, 以 O 点为平衡位置, 单摆在 A 、 B 两点间做简谐运动, 已知摆球从 A 点第一次运动到 B 点历时 1s , 则下列说法中正确的是

- A. 摆球从 A 点经 O 点运动到 B 点即完成一次全振动
- B. 该单摆的摆长约为 1m
- C. 从 A 点向 O 点运动的过程中, 摆球回复力也不断增大
- D. 将单摆从地面移至山顶, 摆动周期将增大

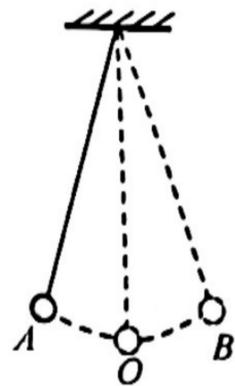


图 5

7. 如图 6 所示, 一个质量 $m=50\text{kg}$ 的蹦床运动员, 从离水平网面 $h_1=3.2\text{m}$ 高处自由下落, 着网后沿竖直方向蹦回到离水平网面 $h_2=5.0\text{m}$ 高处。已知运动员与网接触的时间为 $\Delta t=0.9\text{s}$, 重力加速度 g 取 10m/s^2 。下列说法正确的是

- A. 运动员与网接触的这段时间内, 动量变化量的大小 $\Delta p=900\text{kg}\cdot\text{m/s}$
- B. 运动员与网接触的这段时间内, 动量变化量的大小 $\Delta p=100\text{kg}\cdot\text{m/s}$
- C. 网对运动员平均作用力的大小 $\bar{F}=1500\text{N}$
- D. 网对运动员平均作用力的大小 $\bar{F}=1000\text{N}$



图 6

8. 如图 7 所示, a 、 b 两物块质量分别为 m 、 $2m$, 用不计质量的细绳相连, 悬挂在定滑轮的两侧, 不计滑轮质量和一切摩擦。开始时, a 、 b 两物块距离地面高度相同, 用手托住物块 b , 然后由静止释放, 直至 a 、 b 物块间高度差为 h 。在此过程中, 下列说法正确的是

- A. 物块 a 的机械能守恒
- B. 物块 b 的机械能减小了 mgh
- C. 物块 b 机械能的变化量等于细绳拉力对它所做的功
- D. 物块 a 重力势能的增加量小于其动能增加量

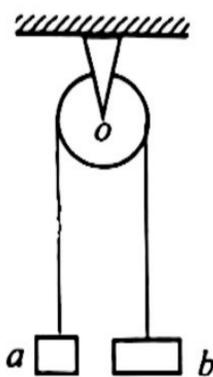


图 7

9. 如图 8 所示, 在水平光滑桌面上有两辆静止的小车 A 和 B , 质量之比 $m_A:m_B=3:1$ 。将两车用细线拴在一起, 中间有一被压缩的弹簧。烧断细线后至弹簧恢复原长前的某一时刻, 两辆小车的

- A. 动量的变化率大小之比 $\frac{\Delta p_A}{\Delta t} : \frac{\Delta p_B}{\Delta t} = 1 : 1$
- B. 速度大小之比 $v_A : v_B = 1 : 1$
- C. 动能之比 $E_{kA} : E_{kB} = 1 : 3$
- D. 动量大小之比 $p_A : p_B = 1 : 3$

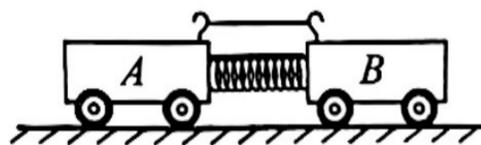
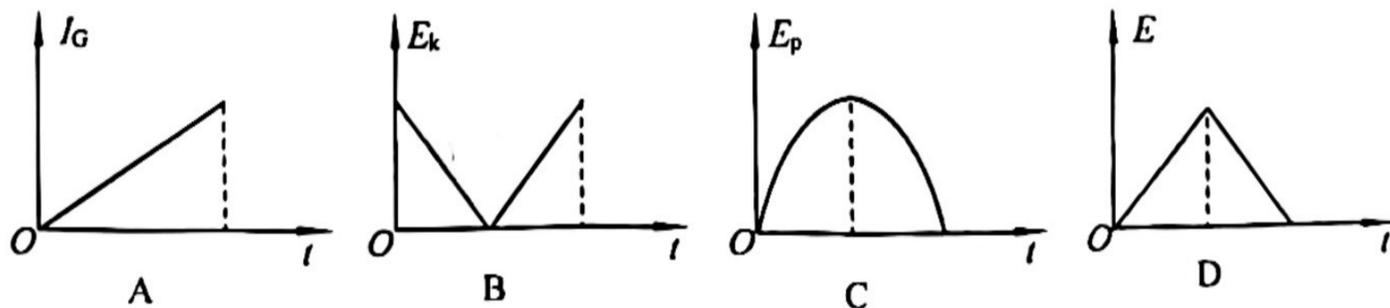


图 8

10. 某同学以一定的初速度竖直向上抛出一小球。以抛出点为零势能点, 不计空气阻力, 小球可视为质点, 下图所示图线中, 能反映小球从抛出到落回抛出点的过程中, 其重力的冲量 I_G 、动能 E_k 、重力势能 E_p 、机械能 E 随时间 t 变化关系可能正确的是



11. 如图 9 所示, 质量为 m 的半圆形光滑凹槽静止放在光滑的水平面上, 圆槽半径为 R , 一个质量为 $\frac{m}{2}$ 小球静止在凹槽的左端最高点 A 处。现将小球释放, 在小球第一次从 A 开始经最低点 B 运动到右侧最高点 C 的过程中, 下列说法中正确的是

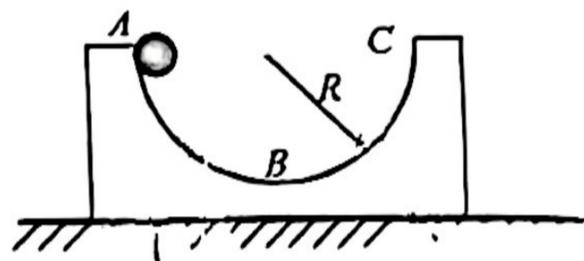


图 9

- A. 在整个过程中, 小球和凹槽组成的系统动量守恒
- B. 小球在从 A 到 B 的运动过程中一直处于失重状态
- C. 小球从 A 到 C 的过程中, 凹槽先向左运动, 后向右运动
- D. 当小球运动到 C 点时, 凹槽相对地面走过的路程为 $\frac{2R}{3}$

12. 动量守恒定律是一个独立的实验定律, 它适用于目前为止物理学研究的一切领域。运用动量守恒定律解决二维问题时, 可以在相互垂直的 x 、 y 两个方向上分别研究。如图 10 所示, 质量分别为 m_1 和 m_2 的球 1 和球 2 构成一系统, 不考虑系统的外力作用。球 1 以速度 v_0 (方向沿 x 轴正向) 与静止的球 2 发生完全弹性碰撞, 若速度 v_0 不在两球球心的连线上, 碰撞之后两球的速度 v_1 、 v_2 都会偏离 v_0 的方向, 偏角分别为 φ 、 θ 。下列说法正确的是

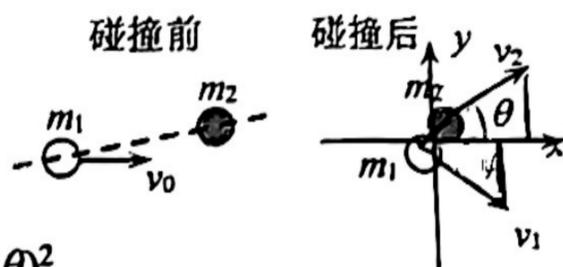


图 10

- A. 两小球在球心连线方向动量不守恒
- B. 两小球的相互作用力方向与速度 v_2 方向共线
- C. 两小球碰后速度大小满足 $m_1 v_1 \sin \varphi = m_2 v_2 \sin \theta$
- D. 两小球碰后速度大小满足 $\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 (v_1 \cos \varphi)^2 + \frac{1}{2} m_2 (v_2 \cos \theta)^2$

二、实验题 (共 16 分)。将答案填在答题纸相应位置处。

13. 如图 11 所示, 用“碰撞实验器”可以验证动量守恒定律, 即研究两个小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系。 O 是小球抛出时球心在地面上的垂直投影点, 实验时, 先让入射小球 A (质量为 m_1) 多次从斜轨上 S 位置由静止释放, 找到其落地点的平均位置 P , 测量平抛水平射程 OP ; 然后把被碰小球 B (质量为 m_2) 静置于水平轨道的末端, 再将入射小球从斜轨上 S 位置由静止释放, 与被碰小球相撞, 多次重复实验, 找到两小球落地点的平均位置 M 、 N 。

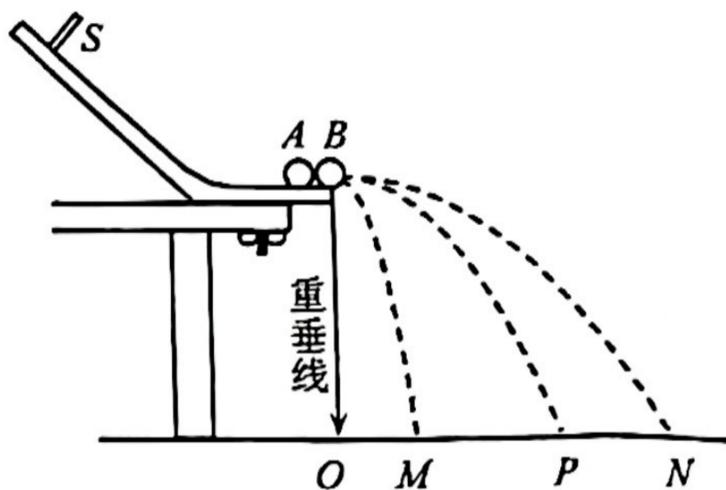


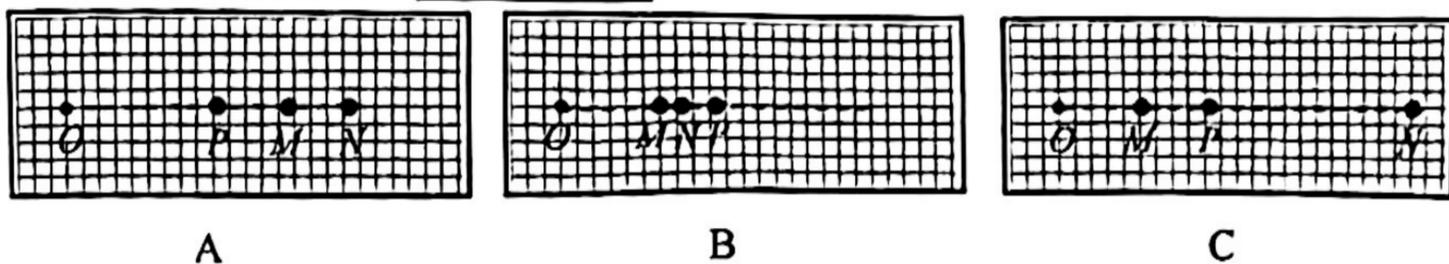
图 11

(1) 实验中, 通过测量小球做平抛运动的水平射程来代替小球碰撞前后的速度。实验必须满足的条件有

- A. 斜槽轨道尽量光滑以减小误差
- B. 斜槽轨道末端的切线必须水平
- C. 入射球 A 每次必须从轨道的同一位置由静止滚下
- D. 两球的质量必须相等

(2) 在某次实验中, 测出三个落地点的平均位置与 O 点的距离分别为 OM 、 OP 、 ON 。在实验误差允许范围内, 若满足关系式 _____, 即验证了碰撞前后两小球组成的系统动量守恒; 如果再满足关系式 _____, 则说明两球的碰撞为弹性碰撞。(以上两空用给出的物理量表示)

(3) 在上述实验中换用不同材质的小球，其它条件不变，可以改变小球的落点位置。下面三幅图中，可能正确的落点分布是_____



14. 实验小组的同学们用如图 12 所示的装置做“用单摆测定重力加速度”的实验。

(1) 实验时除用到秒表、刻度尺外，还应该用到下列器材中的_____ (选填选项前的字母)

- A. 长约 1 m 的细线
- B. 长约 1 m 的橡皮绳
- C. 直径约 1 cm 的均匀铁球
- D. 直径约 10 cm 的均匀木球

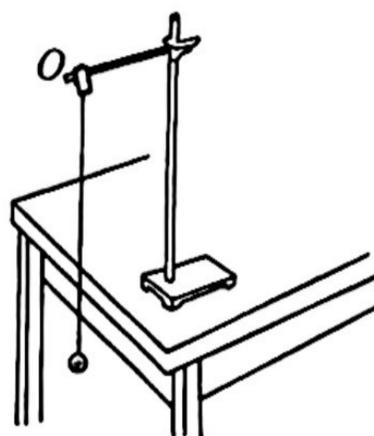


图 12

(2) 某同学利用游标卡尺测量小球直径，如图 13 所示，小球直径 d 为_____ cm。

(3) 将单摆正确悬挂后进行如下操作，其中正确的是：_____ (选填选项前的字母)

- A. 测出摆线长作为单摆的摆长
- B. 把单摆从平衡位置拉开一个很小的角度释放，使之做简谐运动
- C. 在摆球经过平衡位置时开始计时
- D. 用秒表测量单摆完成 1 次全振动所用时间并作为单摆的周期

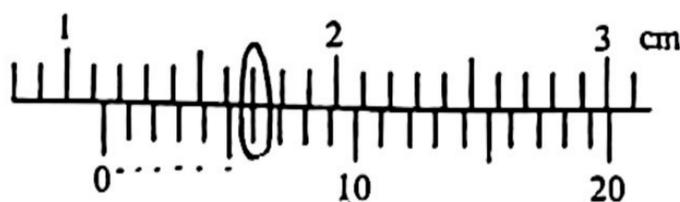


图 13

(4) 甲同学多次改变单摆的摆长并测得相应的周期，他根据测量数据画出了如图 14 所示的图像，但忘记在图中标明横坐标所代表的物理量。你认为横坐标所代表的物理量是_____ (选填“ l ”、“ \sqrt{l} ”), 若图线斜率为 k , 则重力加速度 $g=$ _____ (用 k 和常数表示)

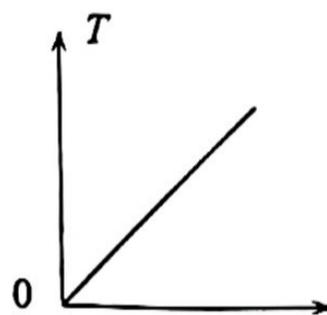


图 14

(5) 实验后同学们进行了反思。他们发现由单摆周期公式可知周期与摆角无关，而实验中却要求摆角较小。请你简要说明其中的原因。

三、计算题（本题包括 5 小题，共 48 分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分，有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。）

15.（6 分）质量为 $m=1\text{kg}$ 的小球从高 $h=1.8\text{m}$ 处由静止落下并落到地面，并立即陷入泥潭中，又经过时间 $t=0.2\text{s}$ 后静止。若泥潭对小球的作用力为恒力，取 $g=10\text{m/s}^2$ ，求：

- (1)（3 分）泥潭对小球作用力的大小；
- (2)（3 分）从小球开始下落到最终静止的过程中重力的冲量；

16.（9 分）如图 15 所示，两小球 A 、 B 在光滑水平面上沿同一直线相向运动。小球 A 的质量为 $M=2\text{kg}$ ，速度大小为 $v_1=4\text{m/s}$ ，方向水平向右；小球 B 的质量为 $m=1\text{kg}$ ，静止在水平面上，某时刻小球 A 、 B 对心正碰，碰后小球 B 的速度为 $v_2=4\text{m/s}$ ，方向水平向右。已知滑块 A 、 B 碰撞过程中的相互作用时间为 $t=0.01\text{s}$ 。求：

- (1)（3 分）碰后小球 A 的速度大小 v_1' ；
- (2)（3 分）碰撞过程中 A 、 B 之间的平均作用力的大小；
- (3)（3 分）碰撞过程中 A 、 B 组成的系统损失的机械能 $E_{\text{损}}$ 。

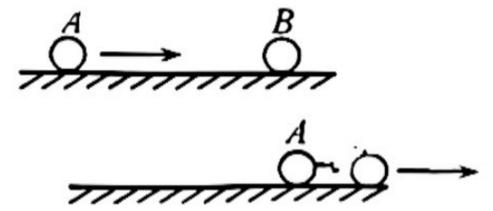


图 15

17. (9分) 如图 16 甲所示, 一个劲度系数为 k 的轻弹簧一端固定在桌面上, 使其直立, 另一端上下叠放着物块 A 、 B , 两物块质量分别为 $3m$ 和 m 。当弹簧和两物块组成的系统静止时, 从上方拿走物块 B , 物块 A 开始做竖直方向上的运动, 如图 16 乙所示。已知重力加速度大小为 g 。

(1) (3分) 证明: 当拿走物体 B 后, 物块 A 在竖直方向上做简谐运动;

(2) (3分) 求 A 做简谐运动的最大加速度和振幅;

(3) (3分) 求 A 上升到最高点时, 桌面受到弹簧给的弹力大小和方向。

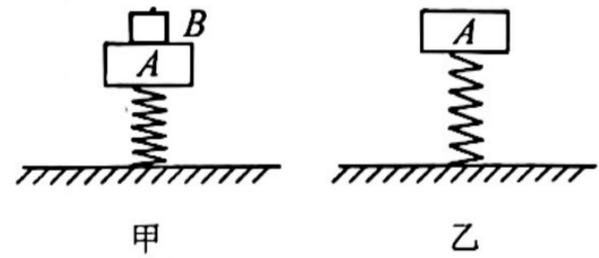


图 16

18. (10分) 如图 17 所示光滑水平面上静止一质量为 $2m$, 长为 L 的木块, 质量为 m 的子弹以水平向右的初速度 v_0 射入木块并以水平向右 $2v_0/3$ 的速度射出。求:

(1) (3分) 木块的末速度 v 大小;

(2) (3分) 子弹受到的冲量;

(3) (4分) 在图 18 中定性画出相互作用过程中它们的速度随时间变化的图象 (在横纵坐标中标出对应物理量), 并利用图像求相互作用过程的时间。

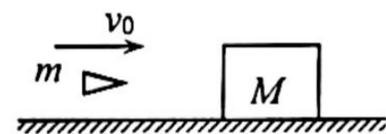


图 17

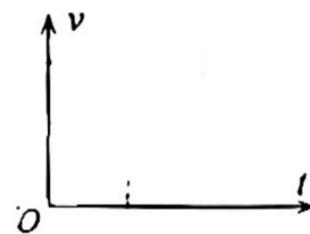


图 18

19. (14分) 摆动是生活中常见的运动形式, 秋千、钟摆的运动都是我们熟悉的摆动。摆的形状各异, 却遵循着相似的规律。

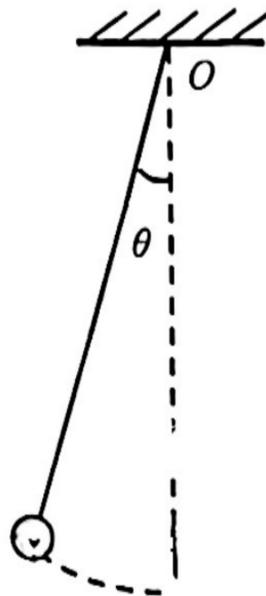


图 19

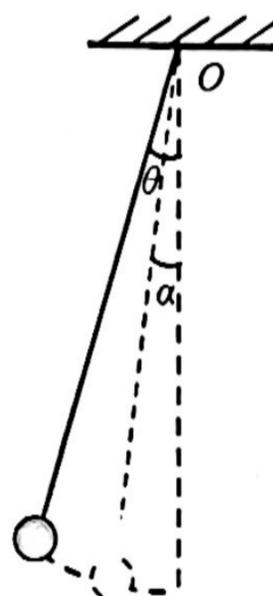


图 20

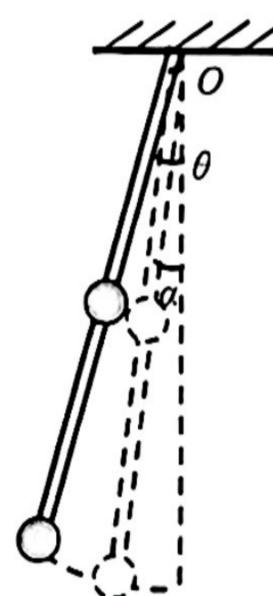


图 21

(1) 如图 19 所示, 一个摆的摆长为 L , 小球质量为 m , 拉起小球使摆线与竖直方向夹角为 θ 时将小球由静止释放, 忽略空气阻力。

a. (3分) 求小球运动到最低点时绳对球的拉力的大小 F ;

b. (3分) 如图 20 所示, 当小球运动到摆线与竖直方向夹角为 α ($\alpha < \theta$) 时, 求此时小球的角速度大小 ω_1 ;

(2) 如图 21 所示, 长为 L 的轻杆, 一端可绕固定在 O 点的光滑轴承在竖直平面内转动, 在距 O 点为 $2L$ 和 L 处分别固定一个质量为 m 、可看作质点的小球, 忽略轻杆的质量和空气阻力。

a. (4分) 将杆与小球组成的系统拉到与竖直方向成 θ 角的位置由静止释放, 当系统向下运动到与竖直方向夹角为 α ($\alpha < \theta$) 时, 求此时系统的角速度大小 ω_2 ;

b. (4分) 若 θ 较小, 系统的运动可看作简谐运动, 对比 ω_2 和 ω_1 的表达式, 参照单摆的周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, 写出此系统做简谐运动的周期的表达式, 并说明依据。