

北京市十一学校 2023~2024 学年第 1 学段高一年级物理学科物理 IIIA 教与学诊断

考试时间：90 分钟 满分：100 分

命题人：周伊

说明：本试卷共 11 小题，请在答题纸规定的范围内填写答案。

一、不定项选择题（选出符合题意的一个或多个选项，每小题 3 分，漏选得 2 分，共 18 分）

- 关于牛顿运动定律，下列选项正确的是
 - 牛顿运动定律都可以通过实验操作直接验证
 - 由牛顿第一定律可知物体只有在不受力时才具有惯性
 - 由牛顿第二定律可知质量一定时，物体加速度的大小与其所受合外力的大小成正比
 - 由牛顿第三定律可知相互作用力就是一对平衡力

- 关于物体运动加速度的方向，下列说法正确的是
 - 物体做速率逐渐增加的直线运动时，其加速度的方向一定与速度方向相同
 - 物体做变速率曲线运动时，其加速度的方向一定改变
 - 物体做变速率圆周运动时，其加速度的方向一定指向圆心
 - 物体做匀速率曲线运动时，其加速度的方向总是与速度方向垂直

- 一物体自 $t=0$ 时开始做直线运动，其速度图线如图 1 所示。下列选项正确的是

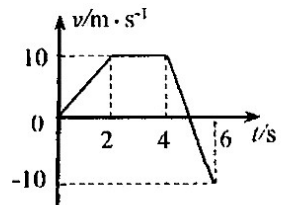


图 1

- 在 $0\sim 6\text{s}$ 内，物体离出发点最远为 30m
- 在 $0\sim 6\text{s}$ 内，物体经过的路程为 40m
- 在 $0\sim 4\text{s}$ 内，物体的平均速率为 7.5m/s
- 在 $5\sim 6\text{s}$ 内，物体的加速度为负方向

- 在用打点计时器研究自由落体运动的实验中，一组同学得到了一条较为理想的纸带如图 2 所示，在纸带上选取三个连续打出的点 A 、 B 、 C ，测得它们到起始点 O 的距离分别为 h_A 、 h_B 、 h_C 。已知打点计时器打点的周期为 T ，以下说法中正确的是

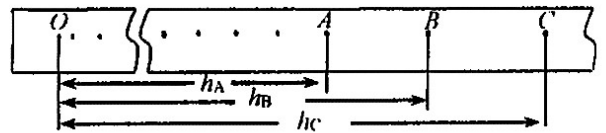


图 2

- 利用公式 $v=\sqrt{2gh}$ 计算重物速度
- 利用该纸带计算得到当地重力加速度大小为 $(h_C+h_A-2h_B)/T^2$

- 因存在空气阻力和摩擦力阻力的影响，使得当地重力加速度的测量结果偏小

- 采用多次测量取平均值的方法可以减小实验的偶然误差

- 如图 3 所示，质量为 M 的物体用 OA 和 OB 两根等长的绳子悬挂在半圆形的支架上， B 点固定不动， A 点则由顶点 C 沿圆弧向 D 移动。在此过程中，两根绳子的张力将

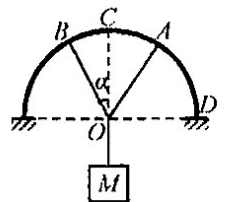


图 3

- 绳 OB 拉力逐渐增大
- 绳 OB 拉力逐渐减小
- 绳 OA 拉力先减小后增大
- 绳 OA 拉力先增大后减小

6. 某同学通过频闪照相的方法研究平抛物体的运动，用一张印有小方格的纸记录小球在平抛运动途中的几个位置。得到实验如图 4 所示，图中背景方格坐标每一个边长为 $l=10\text{cm}$ 。一物体做平抛运动时分别经过 O 、 a 、 b 三点，取重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ ，则下列结论中正确的有

- A. 速度的变化量 $\Delta v_{aO} = \Delta v_{ba}$
- B. 小球的抛出速度 $v=1\text{m/s}$
- C. a 点的速度 $v_a=2.5\text{m/s}$
- D. 小球抛出点的坐标为 $(-5\text{cm}, -1.25\text{cm})$ (以 O 点为坐标原点，向下为 y 轴正方向，小球水平方向为 x 轴正方向)

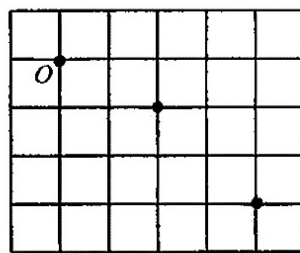


图 4

二、解答题(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。)

7. (11 分) 国庆期间外地进京车辆需在设置在直线公路上的检查点接受检查。一辆行驶速度为 $v_0=15\text{m/s}$ 的小轿车 A 沿进京方向进入检查点接受检查，如图 5 甲所示。已知 A 轿车减速阶段的加速度大小为 $a_1=1.5\text{m/s}^2$ ，恰好停在车辆检查点。

(1) (2 分) 求 A 轿车减速至停在检查点所用时间；

(2) (2 分) 求 A 轿车开始减速时距检查点的距离。

(3) 检查完毕后， A 轿车重新启动出发，与此同时一辆无需接受检查的京牌车辆 B 从旁边车道路过，如图 5 乙所示。设 A 车启动时刻 $t=0$ ， A 轿车启动阶段的加速度为 $a_2=2\text{m/s}^2$ ，启动位置为坐标原点。

已知 B 车的位置 x_B 随时间变化规律 $x_B = \frac{1}{2}t^2 + 10t$ 。 A 轿车启动后，求：

① (4 分) A 轿车在追上 B 车之前经过多长时间和 B 车相距最远，最远距离为多少；

② (3 分) A 轿车经过多长时间追上 B 车。

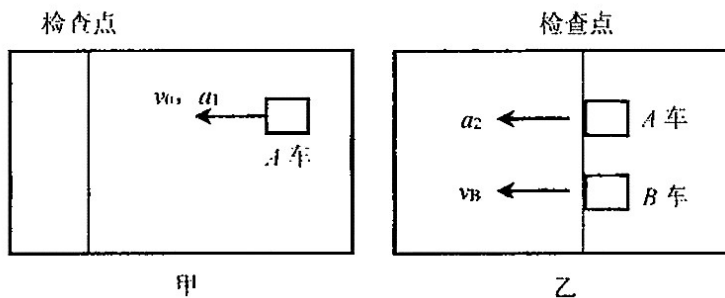


图 5

8. (18分) 在“验证力的平行四边形定则”的实验中, 某同学经历了以下实验步骤:

- A. 用铅笔和直尺在白纸上从 O 点沿着两细绳方向画直线, 按一定标度作出两个力 F_1 和 F_2 的图示, 根据平行四边形定则作图求出合力 F ;
- B. 只用一个测力计, 通过细绳把橡皮筋与细绳的连接点拉到同样的位置 O , 记下测力计的读数和细绳方向, 按同一标度作出这个力的图示 F' ;
- C. 用铅笔记下 O 点的位置和两条细绳的方向, 读出两个弹簧秤的示数;
- D. 在水平放置的木板上, 垫一张白纸并用图钉固定, 把橡皮筋的一端固定在板上 A 点, 用两条细绳连接在橡皮筋的另一端, 通过细绳同时用两个测力计互成角度地拉橡皮筋, 使橡皮筋与细绳的连接点到达某一位置 O ;
- E. 比较这个实测合力和按平行四边形定则求出的合力 F , 看它们的大小和方向是否相等;
- F. 改变两测力计拉力的大小和方向, 多次重复实验, 根据实验得出结论。

(1) (2分) 将以上实验步骤按正确顺序排列, 应为_____ (填选项前的字母)。

(2) (2分) 用一个弹簧测力计将橡皮筋的活动端仍拉至 O 点, 这样做的目的是_____。

(3) (4分) 某次实验中, 如图 6 所示沿两个不同方向拉弹簧测力计, 当橡皮筋的活动端拉到 O 点时, 由图可知此时两个弹簧测力计的示数分别为_____ N、_____ N。(本实验用的弹簧测力计示数的单位为 N, 只需读到 0.1N)

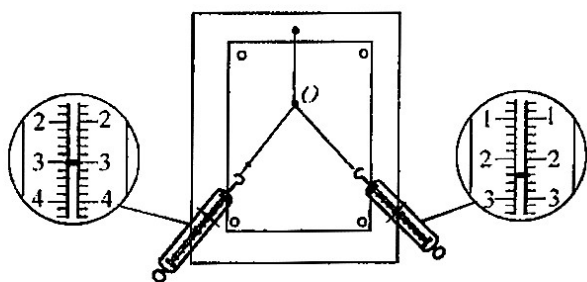


图 6

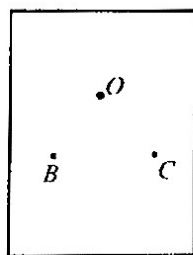


图 7

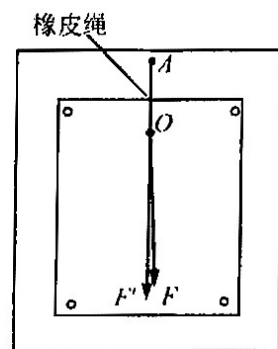


图 8

(4) (3分) 图 7 中已经用点 B 、 C 分别记录下来分力 F_1 、 F_2 的方向。请在图 7 中用力的图示的方法画出这两个分力 F_1 、 F_2 并按平行四边形定则求出的合力 F 。

(5) (2分) 下列说法正确的是_____。

- A. 图 8 中的 F 是力 F_1 和 F_2 合力的理论值, F' 是力 F_1 和 F_2 合力的实际测量值
- B. 图 8 中的 F' 是力 F_1 和 F_2 合力的理论值, F 是力 F_1 和 F_2 合力的实际测量值
- C. 在实验中, 如果将细绳也换成橡皮条, 那么对实验结果没有影响
- D. 在实验中, 如果将细绳也换成橡皮条, 那么对实验结果有影响

(6) 运用力的平行四边形定则, 处理生活中实际问题。如图 9 所示, 轻绳 AD 跨过固定在水平横梁 BC 右端的定滑轮挂住物体, 横梁 BC 插入墙中, $\angle ACB = 30^\circ$ 。其中物体的质量 $M = 20\text{kg}$, 重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。

- ① (2分) 轻绳 AC 段的张力 T_{AC} 的大小;
- ② (3分) 横梁 BC 对 C 端的支持力大小及方向。

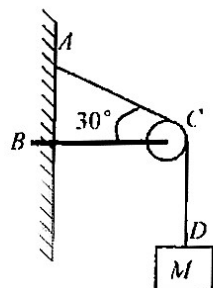


图 9

9. (21分) 当速度的方向与加速度方向不共线时, 质点做曲线运动。圆周运动是一种常见的曲线运动形式。

(1) (3分) 匀速圆周运动是一种特殊的圆周运动。请结合必要图像、根据加速度的定义证明: 做匀速圆周运动的物体, 其加速度大小 $a = \omega^2 r$ (其中 ω 和 r 分别是匀速圆周运动的角速度和轨道半径);

(2) 圆周运动中, 向心加速度 a_n 描述了质点速度方向的变化, 它沿着垂直于速度的方向且指向曲线的内侧, 我们也称之为法向加速度。一般情况下, 做曲线运动的质点不仅其速度方向发生变化, 其速度的大小也会发生变化, 速度大小的变化由切向加速度描述, 其表达式为 $a_t = \frac{dv}{dt}$ 。法向加速度与切向加速度共同构成了曲线运动的加速度。

如图 10 所示, 一质点沿半径 $R=2\text{m}$ 的圆周运动, 运动学方程为 $s = -4t + \frac{5}{2}t^2 - \frac{1}{3}t^3$, 式中各量的单位均为国际单位制下的基本单位。

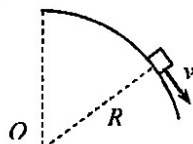


图 10

① (3分) 求该质点角加速度 β 大小随时间的变化关系;

② (3分) 在何时该质点的加速度与速度垂直, 此时的角速度 ω_1 大小是多少?

③ (3分) 在哪段时间内质点减速运动?

(3) 车轮在地面上的运动, 是生活中常见的运动, 如图 11 所示。当半径为 R 的车轮在地面上滚动时, 与地面接触的一点瞬时速度总是为零, 即称为纯滚动。在纯滚动过程中, 已知某时刻车轮边缘各点相对轮心 O 以角速度 ω 做圆周运动, 则:

① (2分) 求出此时刻轮心 O 对地的运动速度 v_0 ;

② (3分) 轮边缘一点 P 该时刻运动至图示位置, 其所在直径与竖直方向夹角为 60° , 求出 P 点此时刻速度 v_P 的大小和方向;

③ (4分) 已知车轮边缘各点相对轮心 O 做角加速度为 β 的加速圆周运动, 求此时刻 C 点 (车轮与地面接触点) 加速度的大小和方向。

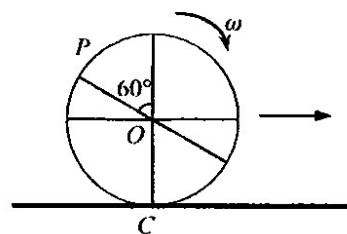


图 11

10. (18分) 圆形花园中心有一套园林喷水设备, 如图 12 所示。已知该喷头距地面高度为 $h=1.0\text{m}$, 喷头在水平面内能够 360° 旋转以相同速率喷出大量水射流, 水射流可以与水平面成 $0^\circ\sim 90^\circ$ 的所有角度喷出, 其竖直射流可达距地面 2.0m 处 (忽略空气阻力, $g=10\text{m/s}^2$, 计算结果可用根式表示)。

(1) (2分) 求水射流喷出时的速率;

(2) 若水射流水平喷出, 求:

① (2分) 水由喷出至落地所用时间;

② (3分) 水由喷出至落地过程中位移的大小;

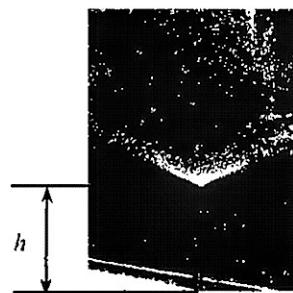


图 12

(3) 若水射流以与水平面成 $0^\circ\sim 90^\circ$ 的所有角度喷出, 求:

① (4分) 水射流射程最大时水在空中运动的时间;

② (3分) 水射流在园林中落点所覆盖区域的面积 (结果可用 π 表示);

③ (4分) 一般的曲线运动可以分成很多小段, 每小段都可以看成圆周运动的一部分, 即把整条曲线用一系列不同半径的小圆弧来代替。如图 13 所示, 曲线上 A 点的曲率圆定义为: 通过 A 点和曲线上紧邻 A 点两侧的两点作一圆, 在极限情况下, 这个圆就叫做 A 点的曲率圆, 其半径 ρ 叫做 A 点的曲率半径。



图 13

求当水射流射程最大时, 其轨迹在水流喷出点处的曲率半径。

11. (14分) 有一块均匀木棒 AC 长为 l_1 , 重为 G_1 , A 端用铰链固定在地面上。下面尝试用不同的方法将木棒支起。

(1) (3分) 若用一作用力 F_1 作用于 C 端将木棒抬起达平衡位置, 此时木棒与地面夹角为 α , 如图 14 所示。求力 F_1 最小值的大小与方向;

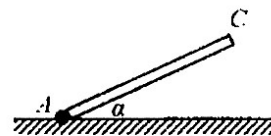


图 14

(2) 若用长为 l_2 、重为 G_2 的撬棒把木棒支起达平衡位置, 如图 15 所示, 假定木棒与撬棒的接触是光滑的, 地面粗糙, 图中 $\alpha=30^\circ$, $\beta=60^\circ$, $l_1:l_2=2:3$ 。求

- ① (3分) 木棒 AC 在 C 点所受支持力的大小;
- ② (3分) 作用于撬棒端点 D 的外力 F_2 至少为多大?

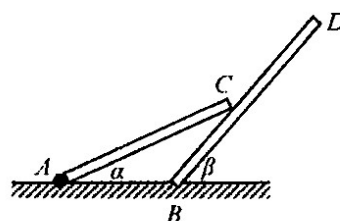


图 15

(3) (5分) 若用半径为 R 、重为 G_3 的圆柱把木棒支起达平衡位置, 木棒与地面夹角为 α , 如图 16 所示。假定木棒与圆柱接触面摩擦因数足够大, 地面与圆柱摩擦因数为 μ 。图中 $\alpha=37^\circ$, $l_1:R=6:1$, $G_1:G_3=1:2$ 。已知 $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, 试分析此时摩擦因数 μ 的取值范围。

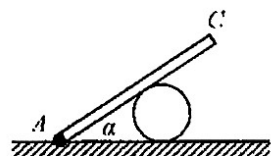


图 16