

# 物理暑期调研

(清华附中高 21 级) 2023.08

一、不定项选择题 (本题共 10 小题, 每小题 3 分, 共 30 分。在每小题给出的四个选项中, 至少有一项是符合题意的。选对得 3 分, 少选得 2 分, 错选、多选, 该小题不得分)

1. 如图 1 所示, 在竖直光滑墙壁上用网兜把足球挂在  $A$  点, 足球与墙壁的接触点为  $B$ 。足球的质量为  $m$ , 悬绳与墙壁的夹角为  $\alpha$ , 网兜的质量不计。下列说法中正确的是



图 1

- A. 悬绳对足球的拉力大小为  $mg\cos\alpha$
- B. 墙壁对足球的弹力大小为  $mg\tan\alpha$
- C. 足球所受合力的大小为  $mg/\cos\alpha$
- D. 悬绳和墙壁对足球的合力大小为  $mg$

2. 甲、乙两辆汽车在平直路面上同向运动, 经过同一路标时开始计时, 两车在  $0\sim t_2$  时间内的速度  $v$  随时间  $t$  的变化图像如图 2 所示。下列说法正确的是

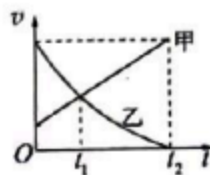


图 2

- A. 在  $t_1$  时刻, 甲车刚好追上乙车
- B. 在  $t_2$  时刻, 甲车刚好追上乙车
- C.  $0\sim t_2$  时间内, 甲车所受的合力越来越大
- D.  $0\sim t_2$  时间内, 乙车所受的合力越来越小

3. 如图 3 所示, 在一端封闭的光滑细玻璃管中注满清水, 水中放一个由蜡做成的小圆柱体  $R$ 。  $R$  从坐标原点以速度  $v_0=0.02\text{m/s}$  匀速上浮的同时, 玻璃管沿  $x$  轴正方向做初速度为 0 的匀加速直线运动。测出  $t$  时刻  $R$  的  $x$ 、 $y$  坐标值分别为  $0.25\text{m}$  和  $0.10\text{m}$ 。则此时

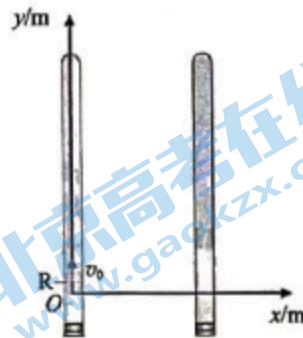


图 3

- A. 玻璃管的速度的大小为  $0.05\text{m/s}$
- B. 玻璃管的加速度的大小为  $0.02\text{m/s}^2$
- C. 蜡块的运动轨迹方程为  $x-25y^2=0$
- D. 蜡块的运动轨迹方程为  $8x^2-5y=0$

4. 一个圆锥摆由长为  $l$  的摆线、质量为  $m$  的小球构成, 小球在水平面内做匀速圆周运动, 摆线与竖直方向的夹角为  $\theta$ , 如图所示。已知重力加速度大小为  $g$ , 空气阻力忽略不计。下列选项正确的是



图 4

- A. 小球受到重力、拉力和向心力的作用
- B. 小球的向心加速度大小为  $a = g\tan\theta$
- C. 小球圆周运动的周期为  $T = 2\pi \frac{l}{g}$
- D. 某时刻剪断摆线, 小球将做平抛运动

5. 如图 5 所示, 质量为  $m$  的小球, 用不可伸长的轻绳悬挂在  $O$  点。现将小球从  $A$  点由静止释放, 小球向下摆动至最低点  $B$ 。在此过程中, 小球重力做的功为  $W$ , 小球重力的冲量为  $I$ , 小球动能的变化量为  $\Delta E_k$ , 小球动量的变化量为  $\Delta p$ 。不计空气阻力, 下列关系式正确的是



图 5

- A.  $W = \Delta E_k$                       B.  $W \neq \Delta E_k$   
C.  $I = \Delta p$                          D.  $I \neq \Delta p$

6. 图 6 是某绳波形成过程的示意图。质点 1 在外力作用下沿竖直方向做简谐运动, 带动质点 2, 3, 4, ... 各个质点依次上下振动, 把振动从绳的左端传到右端, 相邻编号的质点间距离为 2cm。已知  $t=0$  时, 质点 1 开始向上运动,  $t=0.4s$  时, 质点 1 到达上方最大位移处, 质点 5 开始向上运动。则

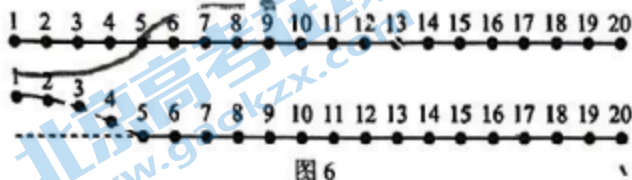


图 6

- A. 这列波传播的速度为 0.25m/s  
B.  $t=1.2s$  时, 振动传到质点 15  
C.  $t=1.2s$  时, 质点 12 正在向下运动  
D.  $t=1.2s$  时, 质点 9 处于上方最大位移处

7. 如图 7 所示, 质量均为 1kg 的两个小物体  $A$  和  $B$  用轻绳连接, 绳跨过位于倾角为  $\alpha=30^\circ$  的光滑斜面顶端的轻滑轮, 滑轮与转轴之间的摩擦不计, 斜面固定在水平面上。现将  $A$  从静止释放, 释放时  $A$  距地面的高度为 0.8m,  $g$  取  $10m/s^2$ , 则

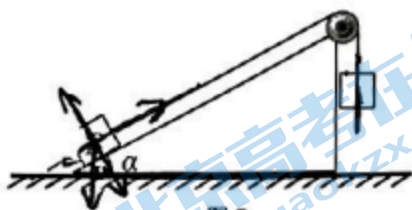


图 7

- A.  $A$  落地前,  $B$  的加速度大小为  $5m/s^2$   
B. 因绳的拉力对物体做功, 所以  $A$  落地前  $A$ 、 $B$  两物体组成的系统机械能不守恒  
C. 物体  $A$  落地瞬间的速率为 2m/s  
D. 若  $A$  与地面作用 0.1s 速度减为零停在地面上, 则地面对  $A$  的平均作用力为 20N

8. 国际拔河比赛根据每队 8 名运动员的体重分成若干重量级别, 同等级别的两队进行比赛。比赛中运动员必须穿“拔河鞋”或没有鞋跟等突出物的平底鞋, 不能戴手套。如图 8, 比赛双方相持时, 运动员会向后倾斜身体, 使地面对人的作用力与身体共线。不计拔河绳的质量, 下列说法正确的是



图 8

- A. 获胜队伍对绳的拉力大于对方队伍对绳的拉力  
B. 因为绳子的拉力处处相等, 所以两队队员受到的地面摩擦力总是相等  
C. 双方相持时, 若绳子拉力增大, 则地面对运动员的作用力增大  
D. 双方相持时, 运动员身体后倾, 减小与地面间的夹角, 是为了增加与地面间的正压力

9. 如图 9 所示, 在一个开阔、表面平坦的倾斜雪坡上, 一个小孩靠推一棵树获得大小为  $v_0$  的水平初速度, 雪坡与小孩之间的动摩擦因数为  $\mu$ , 不计空气阻力, 不考虑摩擦力随速度大小的变化, 设雪坡足够大, 则经过足够长时间, 小孩

- A. 可能一直做曲线运动
- B. 可能与初速度方向保持小于  $90^\circ$  的角度做加速直线运动
- C. 若匀速运动, 最终速度的表达式里一定包含  $\mu$
- D. 若没有停下则最终速度方向一定与初速度垂直



图 9

10. 2018年11月, 第26届国际计量大会(CGPM)在巴黎召开。经各个成员国表决, 最终通过了关于“修订国际单位制(SI)”的1号决议。决议实施后, SI基本单位中的千克、安培、开尔文和摩尔将分别用普朗克常数 $h$ 、基本电荷常数 $e$ 、玻尔兹曼常数 $k$ 和阿伏加德罗常数 $N_A$ 重新定义。这是SI自1960年创建以来最为重大的变革, 从根本上改善和提高了物理量计量的稳定性和可靠性, 更好地适应当今科学研究与技术应用的发展。中国计量科学研究院始终紧跟国际计量科学前沿, 并在SI基本单位复现新理论、新方法等方面持续开展研究, 为SI基本单位开尔文的修订做出了重要贡献。对修订后的国际单位制, 下列说法正确的是

- A. 安培的新定义与基本电荷常数 $e$ 有关
- B. 千克的新定义与普朗克常数 $h$ 无关
- C. 根据新的定义, 质量的基本单位仍为千克
- D. 根据新的定义, 电流的基本单位改为库仑

## 二、实验题, 共 15 分。

11. (8 分) 为探究两个互成角度的力的合成规律, 某同学准备了以下器材: 支架、弹簧、直尺、量角器、坐标纸、细线、定滑轮(位置可调)两个、钩码若干。支架带有游标尺和主尺, 游标尺(带可滑动的指针)固定在底座上, 主尺可升降, 如图 10 所示。

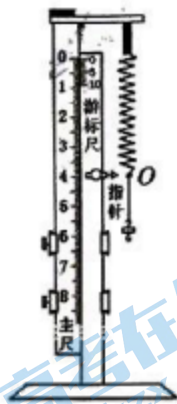


图 10

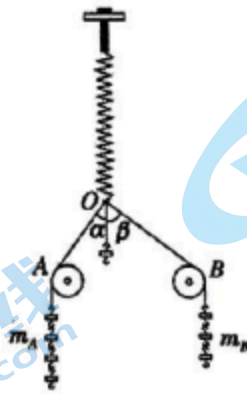


图 11

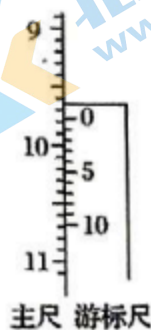


图 12

实验步骤如下:

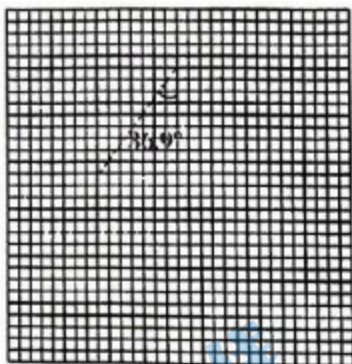
(1) 仪器调零。如图 10, 将已测量好的劲度系数  $k$  为  $5.00 \text{ N/m}$  的弹簧悬挂在支架上, 在弹簧挂钩上用细线悬挂小钩码作为铅垂线, 调节支架竖直。调整主尺高度, 使主尺与游标尺的零刻度对齐。滑动指针, 对齐挂钩上的  $O$  点, 固定指针。

(2) 搭建的实验装置示意图如图 11。钩码组  $m_A = 40 \text{ g}$ , 钩码组  $m_B = 30 \text{ g}$ , 调整定滑轮位置和支架的主尺高度, 使弹簧竖直且让挂钩上  $O$  点重新对准指针。实验中保持定滑轮、弹簧和

关注北京高考在线官方微信: 京考一点通 (微信号:bjgkzx), 获取更多试题资料及排名分析信息。

铅垂线共面。此时测得  $\alpha=36.9^\circ$ ， $\beta=53.1^\circ$ ，由图 12 可读出游标卡尺示数为\_\_\_\_\_ cm，由此计算出弹簧拉力的增加量  $\Delta F=_____$  N。

(3) 请将第(2)步中的实验数据用力的图示的方法在答题纸图框中作出，用平行四边形定则作出合力  $F'$ 。当地重力加速度  $g$  为  $9.80 \text{ m/s}^2$ 。



注意：此问请在答题纸上作答

(4) 依次改变两钩码质量，重复以上步骤，比较  $F'$  和  $\Delta F$  的大小和方向，得出结论。实验中铅垂线上小钩码的重力对实验结果\_\_\_\_\_ (填“有”或“无”)影响。

12. (7分) 用图 13 所示的实验装置探究加速度与力、质量的关系。

(1) 除图中器材外，还需要的测量工具是\_\_\_\_\_ (选填选项前的字母)。

- A. 秒表
- B. 天平(含砝码)
- C. 弹簧测力计
- D. 刻度尺

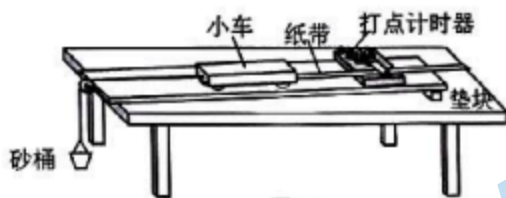


图 13

(2) 实验中打出的一条纸带的一部分如图 14 所示。纸带上标出了连续的 3 个计数点 A、B、C，相邻计数点之间还有 4 个点没有标出。打点计时器接在频率为 50Hz 的交流电源上。由图中数据可计算出小车的加速度  $a=_____$   $\text{m/s}^2$  (结果保留两位有效数字)。

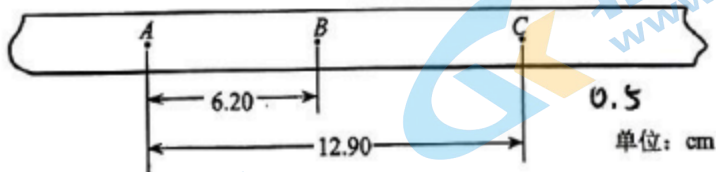


图 14

(3) 某同学猜想加速度与力成正比，与质量成反比，因此他认为可以不测量加速度的具体数值，仅测量不同条件下物体加速度的比值即可。他采用图 15 所示的实验装置，将轨道分为上下双层排列，两小车尾部的刹车线由后面的刹车系统同时控制，能使两小车同时运动或同时停下来。实验中通过比较两辆小车的位移来比较它们的加速度。你认为这位同学的方法可行吗？请说明理由。

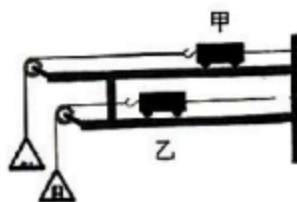


图 15

**三、计算题**（本题共 6 小题，共 55 分。要求写出必要的文字说明、方程式和演算步骤。有数值计算的题，答案必须明确写出数值和单位）

13. (8 分) 如图 16 所示，倾角  $\theta=37^\circ$ 、高度  $h=0.6\text{m}$  的斜面与水平面平滑连接。小木块从斜面顶端由静止开始滑下，滑到水平面上的  $A$  点停止。已知小木块的质量  $m=1\text{kg}$ ，它与斜面、水平面间的动摩擦因数均为  $\mu=0.5$ ，重力加速度  $g=10\text{m/s}^2$ 。 $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ 。求：

- (1) 小木块在斜面上运动时的加速度大小  $a$ ；
- (2) 小木块滑至斜面底端时的速度大小  $v$ ；
- (3) 小木块在水平面上运动的距离  $x$ 。

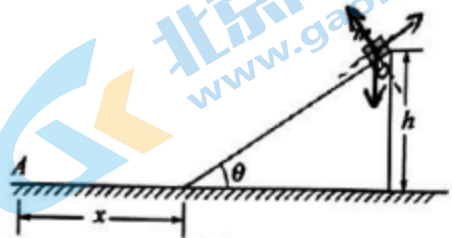


图 16

14. (8 分) 如图 17，跳台滑雪运动员经过一段加速滑行后从  $O$  点水平飞出，经过  $3.0\text{s}$  落到斜坡上的  $A$  点。已知  $O$  点是斜坡的起点，斜坡与水平面的夹角  $\theta=37^\circ$ ，运动员的质量  $m=50\text{kg}$ 。不计空气阻力。（取  $\sin 37^\circ=0.60$ ， $\cos 37^\circ=0.80$ ； $g$  取  $10\text{m/s}^2$ ）求：

- (1)  $A$  点与  $O$  点的距离  $L$ ；
- (2) 运动员离开  $O$  点时的速度大小；
- (3) 运动员落到  $A$  点时的动能。

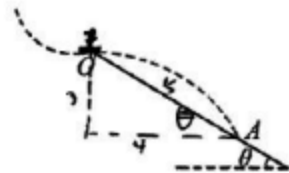


图 17

15. (8 分) 如图 18 所示，长为  $l$  的轻绳上端固定在  $O$  点，下端系一质量为  $m$  的小球（可视为质点）。重力加速度为  $g$ 。

- (1) 在水平拉力的作用下，轻绳与竖直方向的夹角为  $\theta$ ，小球保持静止。请画出此时小球的受力示意图，并求所受水平拉力的大小  $F$ ；
- (2) 由图示位置无初速释放小球，不计空气阻力。当小球通过最低点时，求：
  - ① 小球动量的大小  $p$ ；
  - ② 轻绳对小球拉力的大小  $F_T$ 。

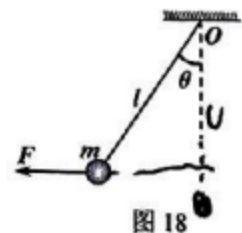


图 18

16. (9分) 牛顿发现的万有引力定律是17世纪自然科学最伟大的成果之一。万有引力定律在应用中取得了辉煌的成就。应用万有引力定律能“称量”地球质量,也实现了人类的飞天梦想。已知地球的半径为 $R$ ,地面的重力加速度为 $g$ ,引力常量为 $G$ 。

- (1) 求: a. 地球的质量 $M$ ;  
b. 地球的第一宇宙速度 $v$ 。

(2) 2018年11月,我国成功发射第41颗北斗导航卫星,被称为“最强北斗”。这颗卫星是地球同步卫星,其运行周期与地球的自转周期 $T$ 相同。求该卫星的轨道半径 $r$ 。

17. (10分) 对于同一物理问题,常常可以从宏观与微观两个不同角度进行研究,找出其内在联系,可以更加深刻地理解其物理本质。

(1) 单个微小粒子撞击巨大物体的力是局部而短促的脉冲,但大量粒子撞击物体的平均效果是均匀而持续的力。我们假定单位体积内粒子数量为 $n$ ,每个粒子的质量为 $m$ ,粒子运动速率均为 $v$ 。如果所有粒子都垂直物体表面运动并与其碰撞,利用所学力学知识,导出物体表面单位面积所受粒子压力 $f$ 与 $m$ 、 $n$ 和 $v$ 的关系。

(2) 实际上大量粒子运动的速率不尽相同。如果某容器中速率处于 $100\sim 200\text{m/s}$ 区间的粒子约占总数的10%,而速率处于 $700\sim 800\text{m/s}$ 区间的粒子约占总数的5%,论证:上述两部分粒子,哪部分粒子对容器壁的压力贡献更大。

18. (12分) “潮汐发电”是海洋能利用中发展最早、规模最大、技术较成熟的一种方式。某海港的货运码头,就是利用“潮汐发电”为皮带式传送机供电,图19所示为皮带式传送机往船上装煤。本题计算中取 $\sin 18^\circ = 0.31$ ,  $\cos 18^\circ = 0.95$ ,水的密度 $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ,  $g = 10 \text{m/s}^2$ 。

(1) 皮带式传送机示意图如图20所示,传送带与水平方向的角度 $\theta = 18^\circ$ ,传送带的传送距离为 $L = 51.8 \text{m}$ ,它始终以 $v = 1.4 \text{m/s}$ 的速度运行。在传送带的最低点,漏斗中的煤自由落到传送带上(可认为煤的初速度为0),煤与传送带之间的动摩擦因数 $\mu = 0.4$ 。求:从煤落在传送带上到运至传送带最高点经历的时间 $t$ ;

(2) 图21为潮汐发电的示意图。左侧是大海,中间有水坝,水坝下装有发电机,右侧是水库。当涨潮到海平面最高时开闸,水由通道进入海湾水库,发电机在水流的推动下发电,待库内水面升至最高点时关闭闸门;当落潮到海平面最低时,开闸放水发电。设某潮汐发电站发电有效库容 $V = 3.6 \times 10^6 \text{m}^3$ ,平均潮差 $\Delta h = 4.8 \text{m}$ ,一天涨落潮两次,发电四次。水流发电的效率 $\eta_1 = 10\%$ 。求该电站一天内利用潮汐发电的平均功率 $P$ ;

(3) 传送机正常运行时,1秒钟有 $m = 50 \text{kg}$ 的煤从漏斗中落到传送带上。带动传送带的电动机将输入电能转化为机械能的效率 $\eta_2 = 80\%$ ,电动机输出机械能的20%用来克服传送带各部件间的摩擦(不包括传送带与煤之间的摩擦)以维持传送带的正常运行。若用潮汐发电站发出的电给传送机供电,能同时使多少台这样的传送机正常运行?



图19

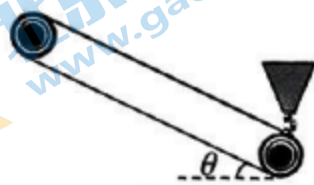


图20

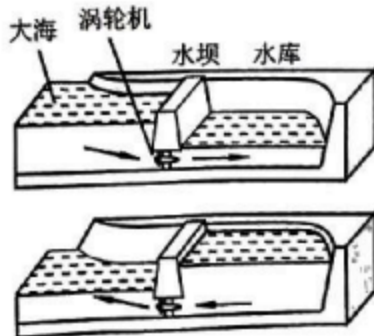


图21