

2022年高三年级期初调研检测

物理试题

2022.09

注意事项:

1. 答卷前, 考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡和试卷指定位置。

2. 回答选择题时, 选出每小题答案后, 用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动, 用橡皮擦干净后, 再选涂其他答案标号。回答非选择题时, 将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。

3. 考试结束后, 将本试卷和答题卡一并交回。

一、单项选择题: 本题共 8 小题, 每小题 3 分, 共 24 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项是符合题目要求的。

1. 花岗岩、砖砂、水泥及深层地下水等物质会释放氡气。氡气被吸入人体后会形成内照射, 对人体的危害仅次于吸烟。氡的同位素中对人体危害最大的是氡 (${}^{222}_{86}\text{Rn}$) 及其衰变产物, 氡

(${}^{222}_{86}\text{Rn}$) 的衰变链为: ${}^{222}_{86}\text{Rn} \xrightarrow{\text{①}} {}^{218}_{84}\text{Po} \xrightarrow{\text{②}} {}^{214}_{82}\text{Pb} \xrightarrow{\text{③}} {}^{214}_{83}\text{Bi} \xrightarrow{\text{④}} {}^{210}_{82}\text{Pb}$, 其中氡 (${}^{222}_{86}\text{Rn}$) 的半衰期为

3.8 天。关于氡 (${}^{222}_{86}\text{Rn}$) 的衰变, 下列说法正确的是

A. 将抽取的深层地下水煮沸后, 氡会更快地衰变掉

B. 衰变④过程只发生了 α 衰变

C. 每经过 3.8 天, 将有半数的氡 (${}^{222}_{86}\text{Rn}$) 衰变为铅 (${}^{210}_{82}\text{Pb}$)

D. 一个氡核 (${}^{222}_{86}\text{Rn}$) 每经过一个衰变链, 共发生了 3 次 α 衰变、2 次 β 衰变

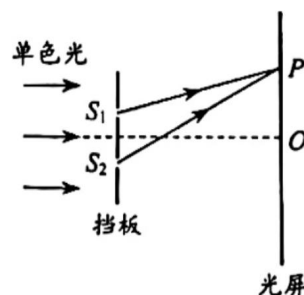
2. 某同学采用如图所示的实验装置测量单色光的频率。让一束单色光投射到一个有两条狭缝 S_1 和 S_2 的挡板上, P 处是光屏上中央亮条纹 O 上方的第 2 条暗条纹。已知从双缝 S_1 和 S_2 发出的两束相干光到 P 点的路程差为 $9 \times 10^{-7} \text{m}$ 光速 $c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$, 则实验所使用单色光的频率为

A. $6.7 \times 10^{14} \text{Hz}$

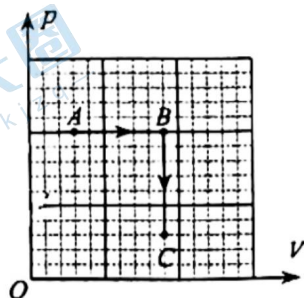
B. $5.0 \times 10^{14} \text{Hz}$

C. $1.0 \times 10^{15} \text{Hz}$

D. $1.7 \times 10^{15} \text{Hz}$



3. 如图，一定质量的理想气体从状态 A 开始，经历两个状态变化过程，先后到达状态 B 和 C 。下列说法正确的是

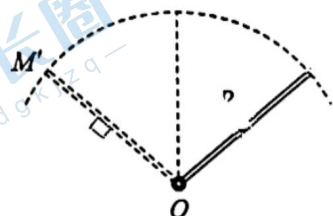


- A. $A \rightarrow B$ 过程，所有气体分子热运动速率都增大
- B. 整个过程中，气体分子的平均动能先减小后增大
- C. $B \rightarrow C$ 过程，气体吸收的热量大于气体内能的增加量
- D. $A \rightarrow B$ 过程，气体吸收的热量大于对外界所做的功

4. 2022 年 6 月 5 日上午 10 时 44 分，神舟十四号载人飞船在酒泉卫星发射中心成功发射升空，然后采用自主快速交会对接模式与天和核心舱成功对接，蔡旭哲、陈冬、刘洋 3 名字航员顺利进入天和核心舱，将在轨驻留 6 个月。已知地球半径为 R ，地球表面重力加速度为 g 。宇航员一天可以看到 16 次日出日落，根据以上信息可以估算

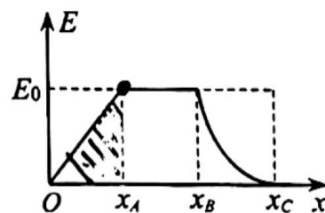
- A. 地球的平均密度
- B. 天宫空间站的总质量
- C. 地球质量
- D. 天宫空间站距离地面的平均高度

5. 如图，为某装配车间自动安装设备，配件 P 吸附在电磁铁 OM 上， O 为水平固定转轴，配件与电磁铁间磁力大小不变，方向垂直于 OM ；电磁铁 OM 绕转轴 O 逆时针缓慢转至其左侧对称位置 OM' 处，释放配件并安装到位，转动过程中配件相对 OM 保持静止。在电磁铁缓慢转动过程中，下列说法正确的是



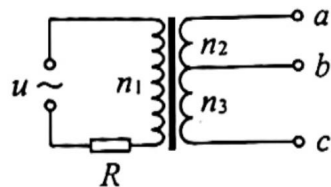
- A. 配件与电磁铁间的弹力先减小后增大
- B. 配件与电磁铁间的摩擦力先减小后增大
- C. 配件所受弹力与摩擦力的合力大小逐渐减小
- D. 配件对电磁铁的作用力逐渐减小

6. 在某直线电场线上有 O 、 A 、 B 、 C 四个点，相邻两点间距离均为 d 。以 O 点为坐标原点，沿电场线建立 Ox 坐标轴，该电场线上各点电场强度 E 随 x 变化的关系图像如图所示。一质量为 m 、带电量为 $+q$ 的粒子静止在原点 O 处，由于受到微小的扰动，仅在电场力作用下沿 x 轴运动，下列说法正确的是



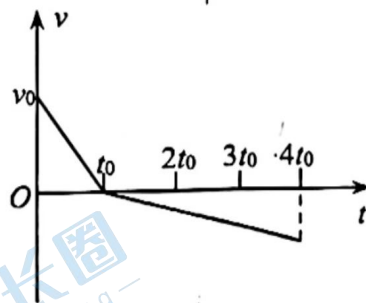
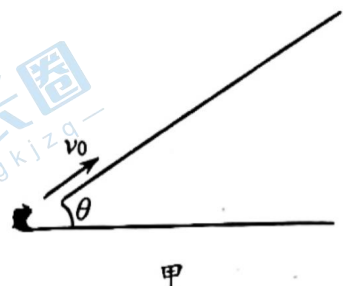
- A. 若取 O 点电势为零，则 A 点的电势为 $\varphi_A = \frac{E_0 d}{2}$
- B. 粒子从 A 到 B 做匀速直线运动
- C. 粒子运动到 B 点时的动量大小为 $\sqrt{3mqE_0 d}$
- D. 粒子在 OA 段的电势能变化量等于在 BC 段的电势能变化量

7. 如图，理想变压器输入端电压随时间变化为 $u = 220\sqrt{2} \sin(100\pi t) \text{ V}$ ，在原线圈回路中串联阻值为 R 的电阻， a 、 b 、 c 为副线圈上的 3 个抽头。若仅在抽头 a 、 b 间接入阻值为 R 的电阻，原线圈回路中电阻 R 消耗的功率为 P ；若仅在抽头 b 、 c 间接入阻值为 $4R$ 的电阻，原线圈回路中电阻 R 消耗的功率也为 P 。已知原线圈匝数 n_1 与 a 、 b 间线圈匝数 n_2 之比为 $5:1$ ，下列说法正确的是



- A. a 、 b 间线圈匝数 n_2 与 b 、 c 间线圈匝数 n_3 之比为 $1:2$
- B. 原线圈匝数 n_1 与 b 、 c 间线圈匝数 n_3 之比为 $5:3$
- C. 仅在抽头 a 、 b 间接入电阻 R 时， a 、 b 两端电压为 44V
- D. 仅在抽头 b 、 c 间接入电阻 R 时， b 、 c 两端电压为 88V

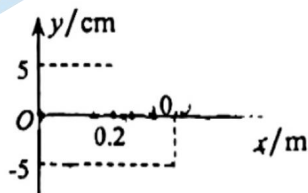
8. 如图甲，一质量为 m 的物块在 $t=0$ 时刻，以初速度 v_0 从粗糙固定斜面底端向上滑行，斜面足够长、倾角为 θ ，物块速度随时间变化的图像如图乙所示， $4t_0$ 时刻物块返回底端，重力加速度为 g ，下列说法正确的是



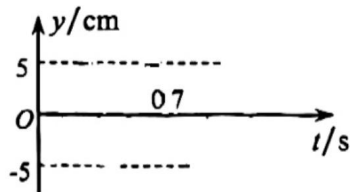
- A. 物块在 $0 \sim 4t_0$ 的过程中动量变化量的大小为 $\frac{2mv_0}{3}$
- B. 物块在 $0 \sim 4t_0$ 的过程中重力的冲量为 $4mgt_0 \sin\theta$
- C. 物块在 $0 \sim 4t_0$ 的过程中克服摩擦力所做的功为 $\frac{17mv_0^2}{32}$
- D. 物块返回斜面底端时重力做功的瞬时功率为 $\frac{5mv_0^2}{27t_0}$

二. 多项选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。每小题有多个选项符合题目要求。全部选对得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

9. 一列沿 x 轴正方向传播的简谐横波， $t=0$ 时刻波源质点 O 从平衡位置开始振动，图甲是简谐横波在 $t=0.6\text{s}$ 时的部分波形图，图乙是这列波上 $x=0.7\text{m}$ 处的质点从 $t=0.7\text{s}$ 时刻开始振动的图像，下列说法正确的是



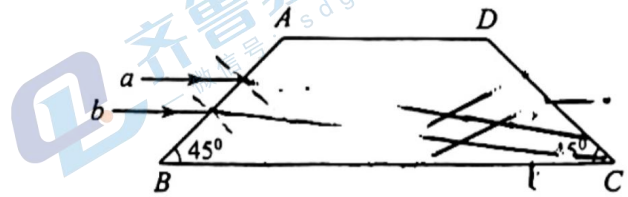
甲



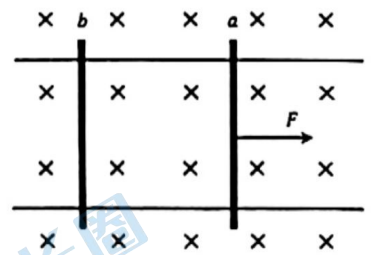
乙

- A. 波源的起振方向向上
- B. $t=0.6\text{s}$ 时， $x=0.1\text{m}$ 处的质点在波谷处
- C. 波的频率 $f=0.5\text{Hz}$
- D. 波源的振动方程为 $y = -5\sin(5\pi t)\text{cm}$

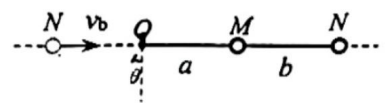
10. 在光学仪器中，“道威棱镜”被广泛用来进行图形翻转。如图， $ABCD$ 是棱镜的横截面，截面是底角为 45° 的等腰梯形。现有与底面 BC 平行且频率相同的两束单色光 a 、 b 射入 AB 面，经折射反射，使从 CD 面射出的光线发生了翻转。已知棱镜材料对该色光的折射率 $n = \sqrt{2}$ ，下列说法正确的是



- A. 两束光中，有一束可能会从底面 BC 射出
 B. 两束光都不能从底面 BC 射出，光将从 CD 面平行于 BC 射出
 C. 若光 a 、 b 从 CD 面平行于 BC 射出， a 光离底面 BC 更近
 D. 两束光在棱镜中的传播时间相同
11. 如图，空间存在竖直向下的匀强磁场，磁感应强度大小为 B 。有两根完全相同的金属棒 a 和 b 垂直静置于水平光滑平行金属导轨上。导轨间距为 L ，电阻不计，金属棒与导轨接触良好，两根金属棒质量均为 m ，电阻均为 R 。某时刻给 a 施加一个水平向右的恒力 F ，关于 a 、 b 棒最终的状态，下列说法正确的是



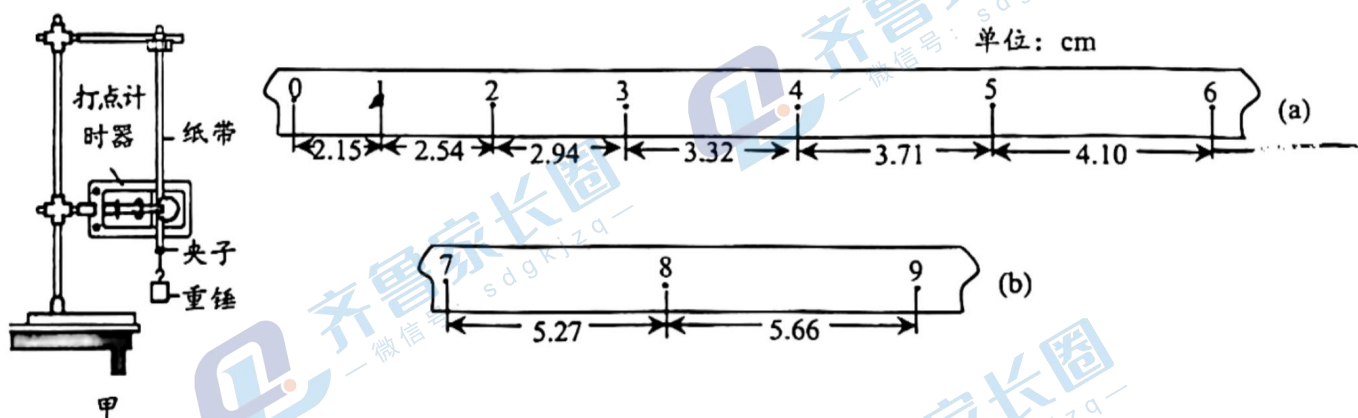
- A. a 、 b 棒处于相对静止的状态
 B. a 棒受到的安培力与 F 是一对平衡力
 C. b 棒的加速度为 $\frac{F}{2m}$
 D. 回路中的电功率为 $\frac{RF^2}{2B^2L^2}$
12. 意大利物理学家乔治·帕里西荣获 2021 年诺贝尔物理学奖，他发现了从原子到行星尺度的物理系统中无序和涨落间的相互影响，深刻揭示了无序体系中的隐藏对称性。如图为一个简单无序系统模型，两个质量均为 m 的小球 M 、 N 用两根长度均为 l 的轻质细杆 a 、 b 连接，细杆 a 的一端可绕固定点 O 自由转动，细杆 b 可绕小球 M 自由转动。开始时两球与 O 点在同一高度， $t=0$ 时刻由静止释放两球，两球在竖直面内做无序运动； $t=t_1$ 时刻，细杆 a 与竖直方向的夹角 $\theta = 30^\circ$ ，小球 N 恰好到达与 O 点等高处且速度方向水平向右。重力加速度为 g ，不计摩擦和空气阻力，下列说法正确的是



- A. t_1 时刻，小球 M 的速度方向竖直向下
 B. 由静止释放两球后， M 球先到达最低点
 C. 0 到 t_1 过程中， a 、 b 两杆对 M 球做功之和为 $-\frac{3\sqrt{3}mgl}{8}$
 D. 0 到 t_1 过程中，细杆 b 对 N 球的冲量大小为 $\frac{m}{2}\sqrt{3\sqrt{3}gl}$

三、非选择题：本题共 6 小题，共 60 分。

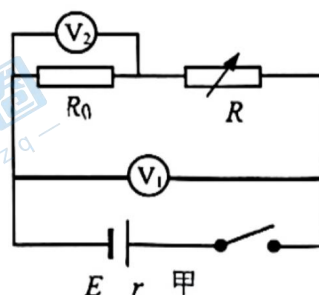
13. (6 分) 某同学用图甲所示装置验证机械能守恒定律，重锤质量 $m=0.1\text{kg}$ ，实验打出一条纸带。在该纸带上不同位置，该同学截取了 (a)(b) 两段进行测量处理，两段纸带上的计时点分别按打点的先后顺序依次编号为 0~9，测量结果如图乙所示。所用电源频率为 50Hz ，当地重力加速度 $g=9.8\text{m/s}^2$ 。



- (1) 6、7 两点之间被撕掉的纸带上有 _____ 个计时点；
 (2) 从打点计时器打下 1 号点到 5 号点的过程中，重锤的动能增加了 _____ J，重力势能减少了 _____ J (结果保留 3 位有效数字)；
 (3) 本实验的系统误差来源有 _____ (至少写出一条)。

14. (8 分) 某实验小组要测量某型号电池的电动势和内阻，在实验室中找到如下器材：

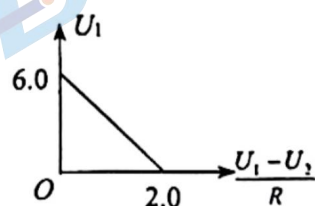
- A. 量程为 6V 的电压表 V_1 ，内阻很大；
 B. 量程为 3V 的电压表 V_2 ，内阻很大；
 C. 电阻箱 R 的调节范围为 $0\sim 999.9\Omega$ ；
 D. 定值电阻 R_0 ，阻值约为 10Ω ；
 E. 开关和导线若干。



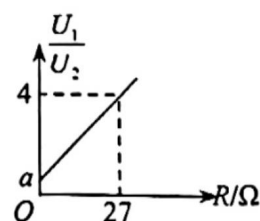
该实验小组设计了如图甲所示的电路图，并完成了如下的操作：

(1) 组装好实验器材后，将电阻箱的阻值调到最大，开关闭合，减小电阻箱的阻值，读出两电压表 V_1 、 V_2 的示数 U_1 、 U_2 及相应的电阻箱示数 R ，反复调节，记录多组实验数据。

(2) 该实验小组利用 (1) 中的数据建立如图乙所示的坐标系并绘制图像，由图像可知该电池的电动势 $E =$ _____ V，内阻 $r =$ _____ Ω (结果均保留 2 位有效数字)。



乙



丙

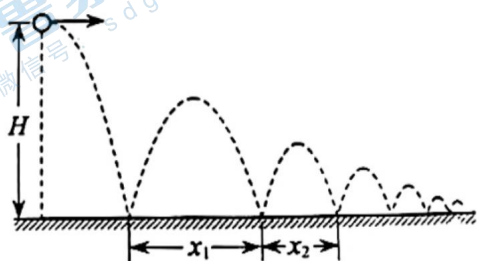
(3) 本实验电路还可以准确测量 R_0 的阻值，该实验小组利用 (1) 中的数据建立如图丙所示的坐标系并绘制图像，则图像与纵轴的交点 $a =$ _____；由图像可知电路图甲中定值电阻的阻值 $R_0 =$ _____ Ω 。

15. (8分) 2021年5月15日,我国“天问一号”探测器经过伞降、动力减速、悬停避障、缓降等一系列过程在火星乌托邦平原预定地点成功着陆,这种着陆方式具有可控、精确及选择性强等优势。相对于我国这种先进着陆方式,2012年美国发射的“机遇号”火星探测器则采用了气囊式着陆,该着陆方式存在着着陆地点不可控、风险大等缺陷。图甲是“机遇号”火星探测器着陆时的画面,包裹着火星车的充气气囊高速到达火星表面,经过多次弹跳,最终在火星表面静止。这种着陆方式在着陆前的部分运动过程可简化为图乙所示,气囊在距火星表面 H 高处以某一初速度水平抛出,撞击火星表面后弹起,经过多次弹跳后最终静止。假设气囊每次撞击火星表面前后水平方向速度不变,竖直方向速度大小衰减20%。已知火星表面重力加速度为 g_0 ,气囊总质量为 m ,空气阻力不计,求:

(1) 气囊第一次撞击火星表面过程损失的机械能 ΔE ;

(2) 气囊第一次撞击火星表面后连续两次弹跳前进的距离 x_1 、 x_2 之比。

甲

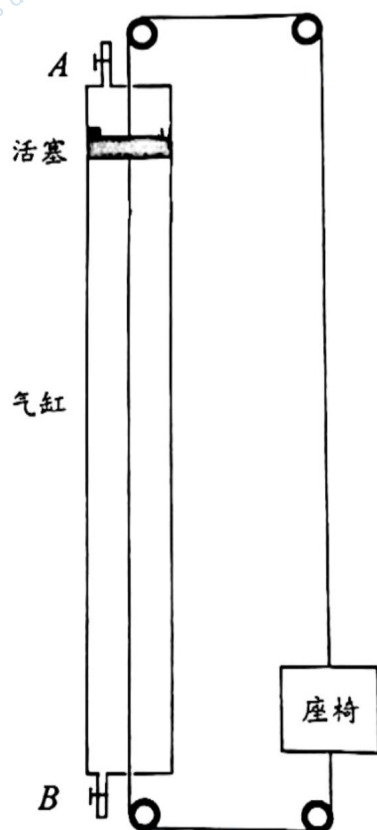


乙

16. (8分) 跳楼机是现代大型游乐场内常见的游乐设施,如图为气动式跳楼机中气动部分的工作原理简图。气缸内有一密闭薄活塞将气缸分成上下两部分,活塞上下面分别与钢丝绳连结,两钢丝绳跨过滑轮与外部座椅连结。气缸上下两端各有一个阀门 A 和 B ,通过阀门可给气缸充气或抽气。已知气缸高 $H=25\text{m}$,活塞质量 $m=5\text{kg}$,横截面积 $S=0.1\text{m}^2$,座椅及乘客总质量 $M=505\text{kg}$ 。启动前活塞卡在距顶部 $h=1\text{m}$ 的位置, A 、 B 两阀门均已打开,气缸与外界大气相通。重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$,大气压强 $p_0=1.0\times 10^5\text{Pa}$,整个过程缸内气体温度不变,钢丝绳重力及所有摩擦均不计。

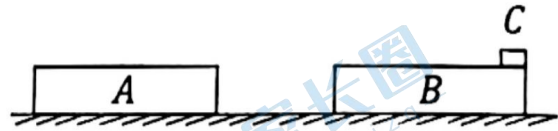
(1) 将气泵与阀门 A 连接,向气缸内充气,当座椅刚要向上运动时,求从外界抽取的压强为 p_0 的气体的体积;

(2) 为了提高运行效率,气泵通过管道连接 A 、 B 阀门,将活塞下方的气体抽到活塞上方的气缸内,从而提升座椅,管道内的气体体积不计。当座椅刚要向上运动时,求气泵从活塞下方抽取的气体体积(换算成 p_0 状态下)。



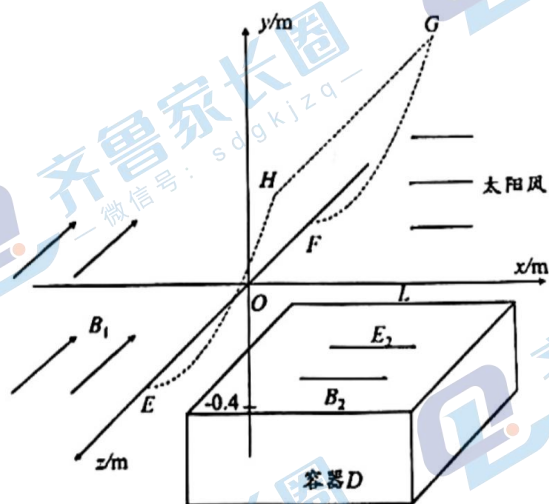
17. (14分) 如图, 粗糙水平地面上静置着由某种材料制成的相同的 A 、 B 两块板材, 质量 $m_A=m_B=2\text{kg}$, 长度均为 $L=2\text{m}$, A 、 B 与地面的动摩擦因数均为 $\mu_1=0.3$ 。将一个可视为质点的小物块 C 放在 B 板的右端, 小物块的质量 $m_C=1\text{kg}$, 与 A 、 B 板间的动摩擦因数均为 $\mu_2=0.1$ 。现给 A 板以水平向右的初速度, 当 A 板右端到达 B 板左端时的速度为 $v_0=12\text{m/s}$, 然后与 B 板发生完全非弹性碰撞, 碰后不粘连, 可认为最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$, 求:

- (1) A 与 B 碰后的瞬间, A 和 C 的加速度大小;
- (2) 物块 C 刚滑上 A 时的速度大小;
- (3) 物块 C 最终静止的位置到 A 板右端的距离;
- (4) 整个过程中, 物块 C 与 A 、 B 板间产生的摩擦热。

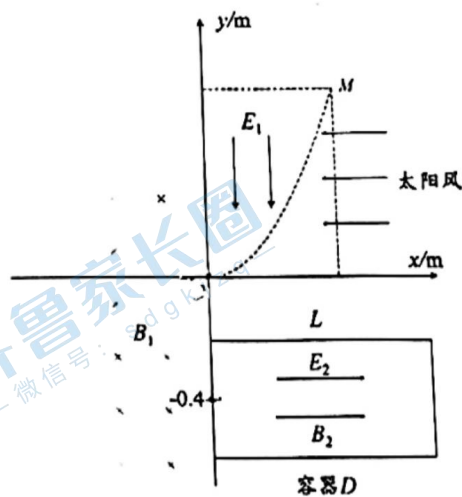


18. (16分) 从日冕发出的太阳风是由质子和电子组成的高速等离子体。人类可以利用太阳风的动力进行星际航行。科学家设计了如图甲所示的模拟实验装置。整个装置处于真空中。实验中模拟的太阳风在 $y \geq 0$ 的范围内，以 $v_0 = 4.0 \times 10^5 \text{ m/s}$ 的速度沿 x 轴负方向运动，图甲中虚拟曲面 $EFGH$ 与 xoz 平面相切于 oz 轴，该曲面与 xoy 平面的交线是一条抛物线 OM ，其抛物线方程满足 $y = \frac{3}{2}x^2$ ，其中 $0 \leq x \leq \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m}$ 。曲面与 yoz 平面间存在沿 y 轴负方向的匀强电场，其电场强度 $E_1 = 5.01 \times 10^3 \text{ N/C}$ 。在 yoz 平面左侧空间某区域有沿 z 轴负方向的匀强磁场 B_1 ，能把质子约束到 $(x=0, y=-0.4)$ 直线处，质子经过该直线后，进入左端开口的容器 D 。容器 D 的长度 $L=15 \text{ m}$ ，整个装置在 xoy 平面内的截面图如图乙所示，已知质子的质量和电量分别为 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ 、 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，不计离子间的相互作用。

- (1) 证明在 xoy 平面内通过抛物线 OM 进入电场区域的质子均经过原点 O ；
- (2) 求匀强磁场 B_1 的大小；
- (3) 求匀强磁场 B_1 的区域在 xoy 平面内的最小截面积；
- (4) 在 xoy 平面内，单位时间内通过抛物线 OM 的质子数 $n = 1 \times 10^{22}$ 个，容器内同时存在沿 x 轴正方向的匀强电场 E_2 和匀强磁场 B_2 ，可使这些质子均能与容器右侧面发生弹性碰撞，已知所加电场的电场强度 $E_2 = 167 \text{ N/C}$ 。求该状态下通过 O 点的质子对容器产生的推力 F 。



图甲



图乙

2022 年高三年級期初调研检测

物理答案及评分标准

一、单项选择题：本大题共 8 小题，每小题 3 分，共 24 分。

1. D 2. B 3. D 4. D 5. C 6. C 7. A 8. D

二、多项选择题：本大题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分，选不全得 2 分，有选错得 0 分。

9. BD 10. BCD 11. CD 12. BC

三、非选择题

13. (6 分) (1) 1 (2 分) (2) 0.122 0.123 (2 分)

(3) 重锤受到阻力；纸带受到摩擦力； (2 分)

14. (8 分) (2) 6.0 3.0 (3) 1 9.0 (每空 2 分)

15. (8 分)

(1) 设气囊抛出的初速度大小为 v_0 ，第一次撞击火面前的速度大小为 v_1 ，弹起速度大小为 v'_1 。

$$mgH + \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$v_1^2 = v_0^2 + v_{v1}^2 \quad v_1'^2 = v_0^2 + v_{v1}'^2$$

$$\frac{v'_1}{v_1} = \frac{4}{5} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\Delta E = \frac{1}{2}mv_1'^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{解得：} \Delta E = \frac{9}{25}mgH \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

(2) 设从第 1 次撞击火面到第 2 次撞击经历的时间为 t_1 ，第 2 次撞击火面到第 3 次撞击经历的时间为 t_2 ，有

$$v'_{11} = g \frac{t_1}{2} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$v'_{12} = g \frac{t_2}{2} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\frac{v'_{12}}{v'_{11}} = \frac{4}{5} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{解得：} \frac{x_1}{x_2} = \frac{v_0 t_1}{v_0 t_2} = \frac{5}{4} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

评分标准：第 1 问，4 分；第 2 问，4 分。共 8 分。

16. (8分)

(1) 当座椅刚要向上运动时，钢丝绳上的拉力等于 F ；对活塞和座椅整体受力分析

对活塞和座椅整体受力分析知： $p_s + mg - p_0 s - Mg = 0$ 2分

代入数据得： $p = 1.5 \times 10^5 p_0$

设从外界充入的气体体积为 V ，则 $p_0(\Delta V_1 + l_1 s) = p l_1 s$ 1分

解得： $\Delta V_1 = 0.05 \text{m}^3$ 1分

(2) 设将下半部分状态为 p_0 体积为 ΔV 的气体抽到上半部分。由等温变化得：

对两部分气体： $p_0 H S = p_{\perp} h S + p_{\text{下}}(H - h) S$ 1分

对活塞和座椅整体受力分析知： $p_{\perp} S + mg - p_{\text{下}} S - Mg = 0$ 1分

解得： $p_{\text{下}} = 0.98 \times 10^5 p_0$

对下部分气体： $p_0(Hs - hs + \Delta V_2) = p_{\text{下}}(H - h) S$ 1分

解得： $\Delta V_2 = 0.048 \text{m}^3$ 1分

评分标准：第1问，4分；第2问，4分。共8分。

17. (14分)

(1) 碰后 A 、 B 保持相对静止，对 A 、 B 系统和 C 分别列出动力学方程有：

$$\mu_1(m_A + m_B + m_C)g + \mu_2 m_C g = (m_A + m_B) a_{A1} \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

$$\mu_2 m_C g = m_C a_C \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

由以上两式可得： $a_{A1} = 4 \text{m/s}^2$ ； $a_C = 1 \text{m/s}^2$ 2分

(2) A 、 B 发生完全非弹性碰撞时， A 、 B 系统动量守恒：

$$m_A v_0 = (m_A + m_B) v \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

当 A 、 B 板的长度均为 $L=2\text{m}$ 时， C 滑上 A 板所用的时间 t_1 为：

$$v t_1 - \frac{1}{2} a_{AB} t_1^2 - \frac{1}{2} a_C t_1^2 = L \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

此时 A 、 C 的速度 v_{A1} 、 v_{C1} 分别为： $v_{A1} = v - a_{AB} t_1$ $v_{C1} = a_C t_1$

可得 C 滑上 A 板时的速度大小为 $v_{C1} = 0.4 \text{m/s}$ 。 共 1 分

(3) C滑上A板后, A、B分离, 对A列出动力学方程有:

$$\mu_1(m_A + m_C)g + \mu_2 m_C g = m_A a_{A1} \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

A、C达到共速 v_1 所用的时间为 t_2 , 有:

$$v_1 = v_{A1} - a_{A1} t_2 = v_{C1} + a_C t_2 \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

因为

$$a_C m_C < \frac{\mu_1(m_A + m_C)g}{m_A + m_C} m_C$$

C将重新开始相对于A板向右运动, 此时A板的加速度变为:

$$\mu_1(m_A + m_C)g - \mu_2 m_C g = m_A a_{A2} \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

则C最终静止时到A板右端的距离为:

$$x = \frac{v_{A1}^2 - v_1^2}{2a_{A1}} - \frac{v_1^2 - v_{C1}^2}{2a_C} + \frac{v_1^2 - 0}{2a_{A2}} - \frac{v_1^2 - 0}{2a_C} \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

联立以上七式可得: $x = 0.91\text{m} \dots\dots\dots 1 \text{分}$

(4) 所求摩擦热 Q 等于C与A、B板间的摩擦力与C与A、B板间相对路程之积, 有:

$$Q = \mu_2 m_C g \left(l + \frac{v_{A1}^2 - v_1^2}{2a_{A1}} - \frac{v_1^2 - v_{C1}^2}{2a_C} - \frac{v_1^2 - 0}{2a_{A2}} + \frac{v_1^2 - 0}{2a_C} \right) \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

解之, 得: $Q = 3.76\text{J} \dots\dots\dots 1 \text{分}$

评分标准: 第1问, 4分; 第2问, 3分; 第3问, 5分; 第4问, 2分。共14分。

18. (16分)

(1) 在 xoy 平面内, 对打在抛物线上 (x_1, y_1) 处的质子, 设经时间 t_1 到达 x 轴:

沿 x 轴方向: $x_1 = v_0 t_1 \dots\dots\dots 1 \text{分}$

沿 y 轴方向: $y = \frac{1}{2} a t_1^2$, $a = \frac{E_1 q}{m} \dots\dots\dots 2 \text{分}$

整理得: $y = \frac{3}{2} x_1^2$, $y = y_1$ 所以质子恰好经过坐标原点 $O \dots\dots\dots 1 \text{分}$

(2) 在 xoy 平面内, 沿 x 轴方向经过原点的质子, 由题意可知:

$$r_1 = 0.2\text{m}$$

根据向心力公式得: $q v_0 B_1 = m \frac{v_0^2}{r_1}$

解得: $B_1 = 2.0875 \times 10^{-2} \text{T} \dots\dots\dots \dots\dots 2 \text{分}$

(3) 对从 M 点进入电场的质子, 沿 x 轴方向: $x_M = v_0 t_2$

沿 y 轴方向: $v_y = at$, 整理得: $v_y = 400\sqrt{3} \times 10^3 \text{ m/s}$ 2 分

偏转角为 $\tan \alpha = \frac{v_0}{v_y} = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad \alpha = 30^\circ$ 1 分

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

根据向心力公式得: $qvB_1 = m \frac{v^2}{r_2}$ 解得: $r_2 = 0.4 \text{ m}$ 1 分

通过分析可知, 上述所有离子均从 y 轴上同一位置进入容器。所加磁场区域的最小面积:

$$s = \frac{1}{2} \pi r_1^2 - \left(\frac{1}{6} \pi r_2^2 - \frac{1}{2} r_2 r_1 \cos 30^\circ \right) = \frac{1}{25} \left(\sqrt{3} - \frac{\pi}{6} \right) \text{ m}^2 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

(4) 对 Δt 时间内打到抛物线 OM 上的质子, 在容器 D 中, 沿 x 轴方向, 根据动力学公式:

$$v_x^2 - v_0^2 = 2a_2 L$$

$$a_2 = \frac{E_2 e}{m}$$

解得: $v_x = 8 \times 10^5 \text{ m/s}$ 2 分

根据动量定理: $F \Delta t = 2n \Delta t m v_x$ 1 分

解得: $F = 26.7 \text{ N}$

由牛顿第三定律得: 容器受到的推力大小为 26.7N, 方向沿 x 轴正方向。 1 分

评分标准: 第 1 问, 4 分; 第 2 问, 2 分; 第 3 问, 6 分; 第 3 问, 4 分。共 16 分。