

湛江一中、深圳实验 2023 届高三两校三部 1 月联考

物理试题

命题人：湛江第一中学物理组 审题人：湛江第一中学物理组

全卷满分 100 分，考试时间 75 分钟。

注意事项：

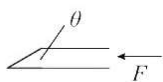
- 1、答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上，并将条形码粘贴在答题卡上的指定位置。
- 2、回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
- 3、考试结束后，将本试卷和答题卡一并收回。
- 4、本卷主要考查内容：高考范围。

一、单项选择题：本题共 7 小题，每小题 4 分，共 28 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. 2020 年的春节刚刚来临，国内多地发生新型冠状病毒肺炎疫情，许多医务工作者自愿放弃休假为抗击疫情奋战。在药物使用中就应用到很多物理知识。两图分别是用注射器取药的情景和针尖刺入瓶塞的物理图样，针尖的顶角很小，医生沿着注射器施加一个较小的力 F ，针尖会对瓶塞产生很大的推力。现只分析如图的针尖倾斜侧面与水平侧面对瓶塞产生的两个推力，则（ ）



甲



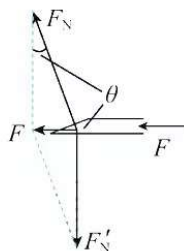
乙

- A. 针尖在两个侧面上对瓶塞的两个推力是等大的
B. 针尖在倾斜侧面上对瓶塞的推力比水平侧面的推力大
C. 若 F 一定，使用顶角越小的针尖，则倾斜侧面对瓶塞产生的推力就越小
D. 针尖在倾斜侧面上对瓶塞的推力 $F_N = F \cos \theta$

【答案】B

【解析】

【详解】AB. 将力 F 分解在垂直于针尖的两个侧面的方向上，如图所示



由几何关系知，针尖在倾斜侧面上对瓶塞的推力 F_N 比水平侧面的推力 F'_N 大，故 A 错误，B 正确；

CD. 由数学知识得

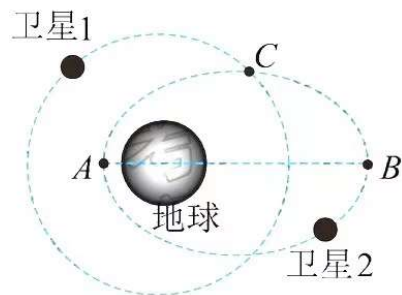
$$F_N = \frac{F}{\sin \theta}$$

$$F'_N = \frac{F}{\tan \theta}$$

若 F 一定，使用顶角越小的针尖，则倾斜侧面对瓶塞产生的推力就越大，故 CD 错误。

故选 B。

2. 两颗质量相同的人造卫星绕地球逆时针运动。如图所示，卫星 1 轨道为圆、卫星 2 轨道为椭圆，A、B 两点为椭圆轨道长轴两端，C 点为两轨道交点。已知圆的半径与椭圆的半长轴相等，下列说法正确的是（ ）



- A. 卫星 2 的周期小于卫星 1 的周期
- B. 卫星 1 在 C 点的动能大于卫星 2 在 A 点的动能
- C. 卫星 1 在 C 点的向心加速度大于卫星 2 在 C 点的向心加速度
- D. 相等时间内，卫星 1 与地心连线扫过的面积等于卫星 2 与地心连线扫过的面积

【答案】C

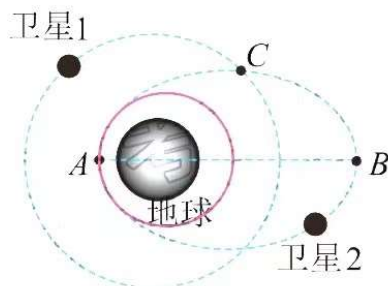
【解析】

【详解】A. 根据开普勒第三定律，有

$$\frac{a^3}{T^2} = k$$

由题意圆的半径与椭圆的半长轴相等，则卫星 2 的周期等于卫星 1 的周期，故 A 错误；

B. 以地球球心为圆心，并过 A 点画出圆轨道 3，如图所示



由图可知卫星从轨道 3 到卫星 2 的椭圆轨道要在 A 点点火加速，做离心运动，则卫星在轨道 3 的速度小于卫星 2 在椭圆轨道 A 点的速度，又由图可知，轨道 1 和轨道 3 都是圆轨道，则有

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

可得

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

可知轨道 1 上卫星的速度小于轨道 3 上卫星的速度，综合可知卫星在轨道 1 上经过 C 点的速度小于卫星 2 在 A 点的速度，由于卫星 1、2 质量相等，则卫星 1 在 C 点的动能小于卫星 2 在 A 点的动能，故 B 错误；

C. 根据牛顿第二定律，有

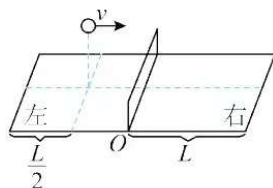
$$\begin{aligned} G \frac{Mm}{r^2} &= ma_1 \\ G \frac{Mm}{r^2} &> ma_2 \end{aligned}$$

因为在 C 点的万有引力相同，卫星 1 的万有引力全部用来提供向心力，卫星 2 的万有引力只有部分用来提供向心力，所以卫星 1 在 C 点的向心加速度大于卫星 2 在 C 点的向心加速度，故 C 正确；

D. 由开普勒第二定律可知，每颗卫星与地心的连线在相等时间内扫过的面积相等，但卫星 1 与卫星 2 不在同一轨道，则等时间内，卫星 1 与地心连线扫过的面积不一定等于卫星 2 与地心连线扫过的面积，故 D 错误。

故选 C。

3. 如图所示，乒乓球网上沿高出桌面 H，网到桌边的距离为 L。某人在乒乓球训练中，从左侧 $\frac{L}{2}$ 处，将球沿垂直于网的方向水平击出，球恰好通过网的上沿落到右侧桌边缘。设乒乓球的运动为平抛运动，则乒乓球（ ）



- A. 在空中做变加速运动
B. 在水平方向做匀加速直线运动
C. 在网的右侧运动的时间是左侧的 2 倍
D. 击球点的高度是网高的 2 倍

【答案】C

【解析】

【详解】A. 乒乓球在空中做平抛运动，作匀变速曲线运动，故 A 错误；

B. 乒乓球初速度沿水平方向，且击出后只受重力作用，所以乒乓球在空中做平抛运动，在水平方向做匀速直线运动，故 B 错误；

C. 根据 $t = \frac{x}{v}$ 可知乒乓球在网的右侧和左侧运动的时间之比为

$$\frac{t_{\text{右}}}{t_{\text{左}}} = \frac{L}{\frac{L}{2}} = 2$$

故 C 正确；

D. 设击球点到桌面的高度为 h ，则

$$\frac{h-H}{h} = \frac{\frac{1}{2}gt_{\text{右}}^2}{\frac{1}{2}g(t_{\text{左}}+t_{\text{右}})^2} = \frac{1}{9}$$

解得击球点的高度与网的高度之比为

$$\frac{h}{H} = \frac{9}{8}$$

故 D 错误。

故选 C。

4. 2022 年 9 月 6 日，交通部门开展交通安全进校园活动，全面有效地提高了校车驾驶员和师生的交通安全意识和法律文明意识。若一辆校车以 8 m/s 的速度在道路上匀速行驶，驾驶员在距斑马线前方 16.8 m 处发现斑马线上有行人通过，随即刹车使车做匀减速直线运动至停止，行人恰能安全通过。若校车在最后 1 s 内的位移为 1.25 m ，则驾驶员的反应时间为（ ）

- A. 0.1 s B. 0.3 s C. 0.1 s D. 0.5 s

【答案】D

【解析】

【详解】设驾驶员的反应时间为 t ，由题可知根据匀变速直线运动速度位移关系可得

$$vt + \frac{v^2}{2a} = x$$

校车在最后 1s 内的位移为 1.25 m，可看成是反向的初速度为零的匀加速直线运动，故

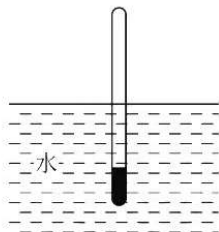
$$x' = \frac{1}{2}at'^2$$

联立解得

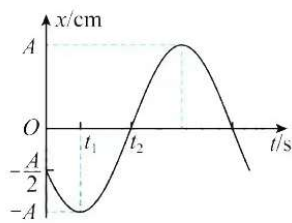
$$t = 0.5\text{s}$$

故选 D。

5. 如图甲所示，装有一定量液体的玻璃管竖直漂浮在水中，水面足够大，把玻璃管向下缓慢按压 4 cm 后放手，忽略空气阻力，玻璃管的运动可以视为竖直方向的简谐运动，测得玻璃管振动周期为 0.5 s，以竖直向上为正方向，某时刻开始计时，其振动图像如图乙所示，其中 A 为振幅，对于玻璃管（包括管内液体），下列说法正确的是（ ）



图甲



图乙

- A. 回复力等于玻璃管所受的浮力
- B. 在 $t_1 \sim t_2$ 时间内，玻璃管加速度减小，速度增大
- C. 在 t_1 时刻玻璃管加速度为零，速度为正向最大
- D. 振动过程中动能和重力势能相互转化，玻璃管的机械能守恒

【答案】B

【解析】

【详解】A. 玻璃管（包括管内液体）只受到重力和水的浮力，所以玻璃管做简谐运动的回复力等于重力和浮力的合力，故 A 错误；

BC. 由图像可知，在 $t_1 \sim t_2$ 时间内，玻璃管位移减小，则加速度减小，玻璃管向着平衡位置做加速运动，速度增大， t_1 时刻处于负向最大位移处，速度为零，加速度为正向最大，故 B 正确，C 错误；

D. 玻璃管在做简谐运动的过程中，水的浮力对玻璃管做功，所以振动的过程中玻璃管的机械能不守恒，故 D 错误。

故选 B。

6. 如图, 高一学生在学考报名时进行了指纹采集。电容式指纹识别的原理是手指与传感器表面接触时, 皮肤表面会和传感器上许许多多相同面积的小极板一一匹配成电容不同的平行板电容器, 从而识别出指纹的纹路。下列说法正确的是 ()



- A. 极板与指纹沟(凹的部分)构成的电容器电容大
- B. 极板与指纹峰(凸的部分)构成的电容器电容大
- C. 若增大电容器的电压, 电容器电容也增大
- D. 若电容器的电压保持不变, 手指挤压绝缘表面, 电容器两极间的距离减小, 电容器带电量减小

【答案】B

【解析】

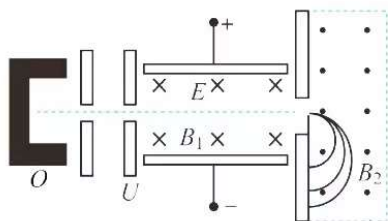
【详解】AB. 极板与指纹峰(凸的部分)之间的距离较小, 根据 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$ 可知, 构成的电容器电容大, 故 B 正确, A 错误;

C. 电容器的电容与充电电压无关, 故 C 错误;

D. 根据 $C = \frac{\epsilon S}{4\pi k d}$ 可知, 电容器两极间的距离减小, 电容增大, 由 $Q = CU$ 可知, 电压保持不变的情况下, 电容器带电量增大, 故 D 错误。

故选 B。

7. 如图所示, 大量不同的带电粒子从左边容器中的小孔进入电势差为 U 的加速电场, 其初速度几乎为 0, 加速后经过小孔进入速度选择器, 选择器中存在正交的匀强电场和匀强磁场, 场强大小和磁感应强度大小分别为 E 和 B_1 , 粒子沿直线通过选择器, 再垂直进入右边磁感应强度大小为 B_2 的匀强磁场中, 做匀速圆周运动打在底片上, 则 ()



- A. 打在底片上不同位置的粒子是因为进入右边磁场的速度不同
- B. 打在底片上不同位置的粒子是因为粒子比荷不同
- C. 如果速度选择器平行板电量不变, 仅使板间距离增大, 能沿直线通过选择器的粒子速度变小

D. 如果增大速度选择器中磁场的磁感应强度 B_1 ，能沿直线通过选择器的粒子速度变大

【答案】B

【解析】

【详解】AB. 在速度选择器中，电场力和洛伦兹力平衡，有

$$qE = qvB_1$$

解得

$$v = \frac{E}{B_1}$$

粒子以相同的速度经过速度选择器，进入偏转磁场，根据

$$B_2 qv = \frac{mv^2}{R}$$

解得粒子在右边磁场中轨道半径

$$R = \frac{mv}{B_2 q} = \frac{mE}{B_2 B_1 q}$$

半径不同打在底片上的位置也不同，打在底片上不同位置的粒子是因为粒子比荷不同，A 错误，B 正确；

C. 设速度选择器的电容为 C ，两极板间距离为 d ，极板带电量为 Q ，由平行板电容器电容的决定式

$$C = \frac{\epsilon_r S}{4\pi k d}$$

速度选择器平行板电量不变，所以两极板间的电势差

$$U = \frac{Q}{C}$$

再由匀强电场的场强与电势差关系公式

$$E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{Cd} = \frac{4\pi k Q}{\epsilon_r S}$$

可得 E 与 d 无关，所以如果速度选择器平行板电量不变，板间距增大，板间场强不变，则由

$$v = \frac{E}{B_1}$$

可得能沿直线通过选择器的粒子速度不变，故 C 错误；

D. 如果增大速度选择器中磁场的磁感应强度 B_1 ，根据

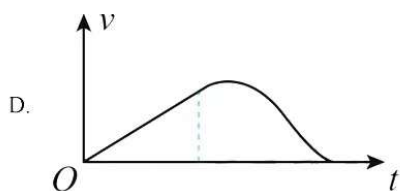
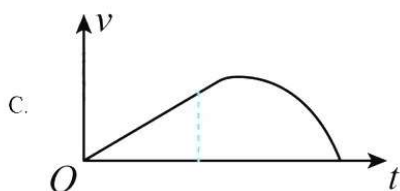
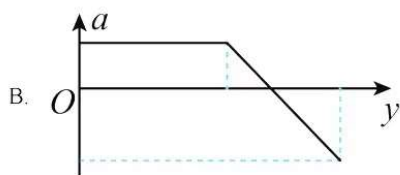
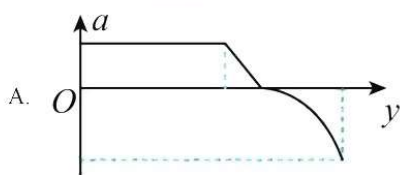
$$v = \frac{E}{B_1}$$

能沿直线通过选择器的粒子速度减小，D 错误。

故选 B。

二、多项选择题：本题共 3 小题，每小题 6 分，共 18 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

8. 如图所示，蹦极运动就是在跳跃者脚踝部绑有很长的橡皮条的保护下从高处跳下，当人体落到离地面一定距离时，橡皮绳被拉开、绷紧、阻止人体继续下落，当到达最低点时橡皮再次弹起，人被拉起，随后，又落下，反复多次直到静止。取起跳点为坐标原点 O ，以竖直向下为 y 轴正方向，忽略空气阻力和风对人的影响，人可视为质点。从跳下至第一次到达最低点的运动过程中，用 v 、 a 、 t 分别表示在竖直方向上人的速度、加速度和下落时间。下列描述 v 与 t 、 a 与 y 的关系图像可能正确的是（ ）



【答案】BC

【解析】

【详解】AB. 在弹性绳恢复原长之前，人只受重力，所以加速度为 g ，且不变，当弹性绳开始伸长后，人受到重力和弹力作用，根据牛顿第二定律，有

$$mg - k(y - l_0) = ma$$

y 为下落的竖直距离， l_0 为弹性绳的原长。根据表达式可知，加速度逐渐减小，之后反向逐渐增大，A 错误，B 正确；

CD. 根据人的受力可知人先做自由落体运动，之后做加速度减小的加速运动，然后做加速度增大的减速运

动，到最低点时速度为零，C 正确，D 错误。

故选 BC。

9. 关于下列四幅图中，下列说法正确的是（ ）



- A. 甲图是电磁感应实验，说明磁可以生电
B. 乙图是真空冶炼炉，当炉外线圈通入高频交流电时，线圈产生大量热量
C. 丙图是金属探测器，探测环中的发射线圈通以正弦式电流，附近的被测金属物中会产生涡流
D. 丁图是电吉他中电拾音器的基本结构，金属弦被磁化，弦振动过程中线圈中会产生感应电流，从而使音箱发声。如果选用铜质弦，电吉他也能正常工作

【答案】C

【解析】

【详解】A. 甲图是电磁感应实验，说明电可以生磁，故 A 错误；

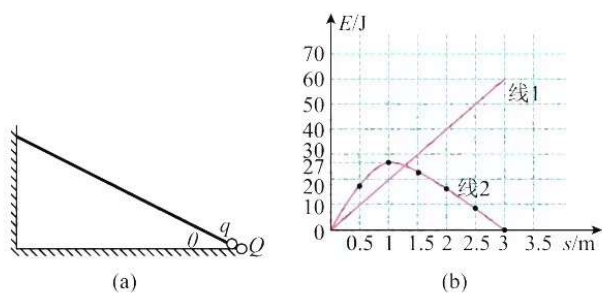
B. 乙图是真空冶炼炉，当炉外线圈通入高频交流电时，在冶炼炉内金属中产生涡流，产生大量热量，故 B 错误；

C. 丙图是金属探测器，探测环中的金属线圈通以正弦式电流，附近的被测金属物中会产生涡流，故 C 正确；

D. 丁图是电吉他中电拾音器的基本结构，金属弦被磁化，弦振动过程中线圈中会产生感应电流，从而使音箱发声。如果选用铜质弦，不能被磁化，电吉他不能正常工作，故 D 错误。

故选 C。

10. 如图 (a) 所示，倾角 $\theta = 30^\circ$ 的光滑固定斜杆底端固定一电荷量为 $Q = 2 \times 10^{-4} \text{C}$ 的正点电荷，将一带正电的绝缘小球（可视为点电荷）从斜杆的底端（但与 Q 未接触）静止释放，小球沿斜杆向上滑动过程中能量随位移的变化图像如图 (b) 所示，其中线 1 为重力势能随位移变化图像，线 2 为动能随位移变化图像，取杆上离底端 3 m 处为电势零点，重力加速度 $g = 10 \text{m/s}^2$ ，静电力常量 $k = 9 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ ，则（ ）



- A. 小球的质量为 2 kg
- B. 小球的电荷量约为 $q = 1.11 \times 10^{-5} \text{ C}$
- C. 斜杆底端至小球速度最大处由底端正点电荷形成的电场的电势差 $U = 4.0 \times 10^6 \text{ V}$
- D. 当小球运动到 $s = 1 \text{ m}$ 处时具有的电势能为 13 J

【答案】BD

【解析】

【详解】A. 根据重力势能随位移的变化关系有

$$E_p = mgs \sin \theta$$

根据图像可知当小球上升 3m 时，重力势能为 60J，则小球的质量为

$$m = \frac{E_p}{gs \sin \theta} = \frac{60}{10 \times 3 \times \sin 30^\circ} \text{ kg} = 4 \text{ kg}$$

故 A 错误；

B. 由图线 2 可知，当位移为 $s=1\text{m}$ 时，小球的动能达到最大值，电场力与重力沿杆的分力相等，则有

$$mg \sin \theta = k \frac{Qq}{s^2}$$

解得

$$q \approx 1.11 \times 10^{-5} \text{ C}$$

故 B 正确；

C. 斜杆底端至小球速度最大处，由能量守恒可知

$$qU = E_{km} + E_p$$

代入数据解得

$$U = 4.23 \times 10^6 \text{ V}$$

故 C 错误；

D. 从 $s = 1\text{m}$ 到最高点的过程中, 根据能量守恒可知减少的电势能和减少的动能全部转化为重力势能, 则有

$$E_{\text{pq}} + \Delta E_{\text{k}} = \Delta E_{\text{p}}$$

代入数据解得当小球运动到 $s = 1\text{m}$ 处时具有的电势能为

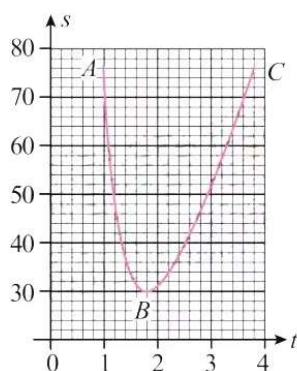
$$E_{\text{pq}} = 13\text{J}$$

故 D 正确。

故选 BD。

三、非选择题: 本题共 5 小题, 共 54 分。

11. 某实验小组用 DIS 实验系统研究小车在斜面上的运动规律。下图是将小车在斜面底端以一定初速度推出后得出的 $s-t$ 图像, 纵坐标的单位是 cm , 横坐标的单位是 s , 进一步实验证明, 小车在上滑和下滑过程中均做匀变速直线运动。在图中记录的运动过程中, 速度为零的时刻是_____ (保留一位小数)。从图中可以看出, AB 段的加速度 a_1 与 BC 段的加速度 a_2 的大小关系是: a_1 _____ (选填“>”“=”或“<”) a_2 。小车上滑时的平均速度大小为 _____ m/s , 小车滑回底端时的瞬时速度大小为 _____ m/s 。(以上速度大小计算结果保留 2 位有效数字)



【答案】 ①. 1.8s ②. > ③. 0.58 ④. 0.46

【解析】

【详解】[1] 小车在斜面底端以一定初速度推出后得出的 $s-t$ 图像, 在 $s-t$ 图像中, 图像的斜率表示物体速度的大小, 速度为零的时刻即该点的斜率为零, 所以速度为零的位置是 B 位置, 即时刻是 1.8s。

[2] 从图中可以看出, AB 段和 BC 段的位移大小相等, 小车沿斜面向上做匀减速运动到速度为零, 沿斜面向下做从静止开始的匀加速运动。在 AB 段的运动时间小于在 BC 段的运动时间, 所以 AB 段的加速度 a_1 与 BC 段的加速度 a_2 的大小关系是: $a_1 > a_2$ 。

[3] 由图可读出上滑距离 46cm, 则上滑过程中的平均速度大小为

$$\bar{v} = \frac{0.46}{1.8-1} \approx 0.58\text{m/s}$$

[4] 下滑过程中的平均速度大小为

$$\bar{v}' = \frac{0.46}{3.8-1.8} = 0.23\text{m/s}$$

由匀变速直线运动平均速度公式

$$\bar{v}' = \frac{v_0 + v}{2}$$

即

$$0.23 = \frac{0 + v}{2}$$

达到底端时的瞬时速率为

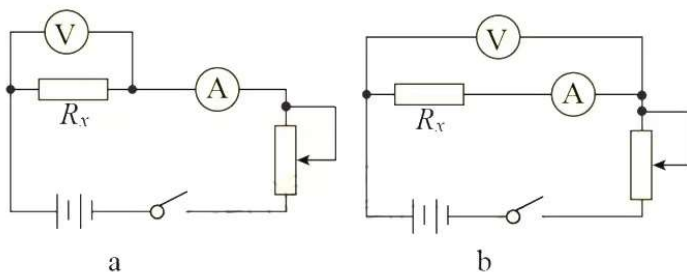
$$v = 0.46\text{m/s}$$

12. 在“测定金属的电阻率”实验中，待测金属导线的电阻 R_x 约为 5Ω ，实验室备有下列实验器材：

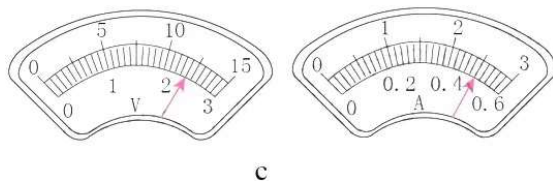
- A. 电压表 V_1 （量程 3V ，内阻约为 $15\text{k}\Omega$ ）
- B. 电压表 V_2 （量程 15V ，内阻约为 $75\text{k}\Omega$ ）
- C. 电流表 A_1 （量程 3A ，内阻约为 0.2Ω ）
- D. 电流表 A_2 （量程 600mA ，内阻约为 1Ω ）
- E. 滑动变阻器 R_1 （ $0 \sim 10.0\Omega, 0.6\text{A}$ ）
- F. 滑动变阻器 R_2 （ $0 \sim 2000\Omega, 0.1\text{A}$ ）
- G. 电池 E （电动势为 3V ，内阻约为 0.3Ω ）
- H. 开关 S ，导线若干

（1）为提高实验精确度，减小实验误差，应选用的实验器材除 G、H 外，还有_____。（填选项前的字母）

（2）为减小实验误差，应选用下图中_____（选填“a”或“b”）为该实验的电路图。此接法的测量值_____（选填“大于”、“小于”或“等于”）真实值。



(3) 若两电表的示数分别如图 c 所示, 则电阻值为 _____ Ω (保留两位有效数字)。



【答案】 ①. A、D、E; ②. a; ③. 小于; ④. 4.8Ω

【解析】

【详解】(1) [1]电源电动势为 3V, 则电压表选 A; 电路中的最大电阻均为

$$I = \frac{E}{R} = \frac{3V}{5\Omega} = 0.6A$$

电流表选择 D; 为方便实验操作, 滑动变阻器选择 E。

(2) [2]因为

$$\frac{R}{R_A} = 3$$

$$\frac{R_V}{R} = 5000$$

所以

$$\frac{R_V}{R} > \frac{R}{R_A}$$

则电流表应采用外接法, 电路图应选择 a 所以电路。

[3]电流表采用外接法, 因为电压表的分流作用, 电流表所测电流偏大, 由欧姆定律可以知道, 电阻测量小于真实值。

(3) [4]有图可知, 电压表的示数为 2.4V, 电流表的示数为 0.5A, 则电阻值为

$$R = \frac{U}{I} = 4.8\Omega$$

13. 肺活量是在标准大气压 $p_0 = 1 \text{ atm}$ 下人一次尽力呼出空气的体积。

(1) 某实验小组在学习气体实验定律后, 设计了“吹气球法”的小实验来粗测肺活量。甲同学通过气球口用力向气球内吹一口气 (吹气前气球内部的空气可忽略不计)。气球没有被吹爆, 此时气球可近似看成球形, 半径为 r , 球内空气的压强为 $p = 1.5 \text{ atm}$, 空气可看作理想气体, 设整个过程温度保持不变, 球体体积计算

公式为 $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ 。求甲同学的肺活量是多少？

(2) 某游泳运动员的肺活量为 5.6 L。在标准状态下。空气的摩尔体积为 22.4 L/mol，阿伏加德罗常数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ，则该运动员一次能呼出的空气分子数为多少？



【答案】(1) $V_{\text{肺}} = 2\pi r^3$; (2) $n = 1.5 \times 10^{23}$ 个

【解析】

【详解】(1) 吹气过程气体发生等温变化，由玻意耳定律

$$p_0 V_{\text{肺}} = pV$$

解得甲同学的肺活量为

$$V_{\text{肺}} = \frac{pV}{p_0} = \frac{1.5 \times \frac{4}{3}\pi r^3}{1} = 2\pi r^3$$

(2) 该运动员一次能呼出的空气分子数为

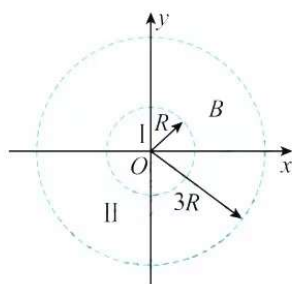
$$n = \frac{V_{\text{肺}}}{V_{\text{mol}}} N_A = \left(\frac{5.6}{22.4} \times 6.0 \times 10^{23} \right) \text{ 个} = 1.5 \times 10^{23} \text{ 个}$$

14. 托卡马克是一种利用磁约束来实现受控核聚变的环形容器，如图为该磁约束装置的简化模型，两个圆心均在 O 点，半径分别为 R 和 $3R$ 的圆环将空间分成区域 I 和 II，区域 I 内无磁场，区域 II 内有方向垂直于纸面向里，大小为 B 的匀强磁场。一束不同速率、电量为 $+q$ 、质量为 m 的带电粒子从 O 点沿着区域 I 的半径方向射入环形的匀强磁场，不计一切阻力与粒子重力。

(1) 求能约束在此装置内的粒子的最大初动能；

(2) 若粒子从 O 点以动能 $\frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$ 沿 x 轴正方向射入环形磁场，运动一段时间后，又能再一次沿 x 轴正方向

向通过 O 点，求此过程中粒子运动时间。



【答案】(1) $E_{K_{\max}} = \frac{8q^2 B^2 R^2}{9m}$; (2) $t_{\text{总}} = \frac{(8+6\pi)m}{qB}$

【解析】

【详解】(1) 当粒子的轨迹与磁场外边界相切时，粒子的半径最大，动能最大。由几何关系可知：

$$R^2 + r_{\max}^2 = (3R - r_{\max})^2$$

$$qvB = m \frac{v_{\max}^2}{r_{\max}}$$

$$E_{K_{\max}} = \frac{1}{2} m v_{\max}^2$$

联立上式解得

$$E_{K_{\max}} = \frac{8q^2 B^2 R^2}{9m}$$

(2) 由几何关系可知：粒子在磁场中旋转 4 次将再次沿 x 轴正向回到 O 点。有

$$E_{K_1} = \frac{1}{2} m v_1^2$$

$$qv_1 B = m \frac{v_1^2}{r}$$

$$t_{\text{总}} = t_{\text{匀}} + t_{\text{磁}}$$

$$8R = v_1 t_{\text{匀}}$$

$$t_{\text{磁}} = 4 \times \frac{270^\circ}{360^\circ} T$$

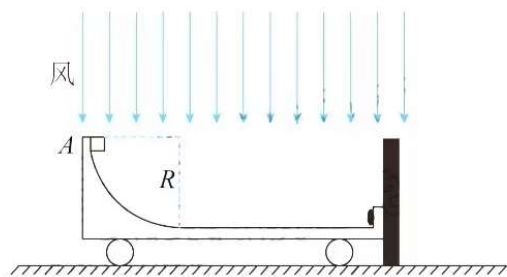
$$T = \frac{2\pi R}{v_1}$$

联立上式解得

$$t_{\text{总}} = \frac{(8+6\pi)m}{qB}$$

15. 如图所示，在光滑水平面上有一辆质量 $M = 2\text{kg}$ 的小车右端锁定在墙面上，小车左边部分为半径 $R = 0.5\text{m}$ 的四分之一光滑圆弧轨道，圆弧轨道末端平滑连接一水平粗糙面，粗糙面右端是一弹性挡板，挡板左侧有少许触发式炸药。有一个质量为 $m = 1\text{kg}$ 的小物块（可视为质点）从小车左侧圆弧轨道顶端 A 点由静止释放。恰好能碰到炸药，炸药爆炸瞬间释放的能量有 $E = 72\text{J}$ 转化为小物块的动能（炸药爆炸后瞬间小物块速度沿水平方向），同时解除墙面对小车的锁定。（重力加速度 g 取 10m/s^2 ）

- （1）求小物块第一次滑到圆弧轨道末端时轨道对小物块的支持力 F_N 的大小；
- （2）若 A 点上方空间存在竖直向下的风（对小车没有作用力），风对小物块的作用力方向仅沿竖直方向向下（与小物块相互作用的过程不产生热量），其大小与距 A 点所在的水平面的高度成正比，比例系数为 $k = 5\text{N/m}$ 。求小物块相对于 A 点能上升的最大高度 h ；
- （3）在（2）的条件下，通过分析判断小物块整个运动过程中能几次从 A 点飞离小车，并求小车在整个运动过程中能达到的最大速度 v_m 。（结果可用根号表示）



【答案】（1） 30N ；（2） $h = \frac{4\sqrt{30}-10}{5}\text{m}$ ；（3）4次， $v_m = \frac{48+\sqrt{2024}}{14}\text{m/s}$

【解析】

【详解】（1）小物块第一次滑到圆弧轨道末端时，根据动能定理及牛顿第二定律有

$$mgR = \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$F_N - mg = m\frac{v_1^2}{R}$$

求得轨道对小物块的支持力

$$F_N = 3mg = 30\text{N}$$

（2）依题意，设小车水平粗糙面的长度为 L ，对小物块有

$$mgR = \mu mgL$$

$$E = \frac{1}{2}mv_2^2$$

求得

$$v_2 = 12\text{m/s}$$

当物块到达最高点时，对物块及小车系统在水平方向上动量守恒，有

$$mv_2 = (m+M)v_3$$

求得

$$v_3 = 4\text{m/s}$$

根据功能关系有

$$\begin{aligned}\mu mgL + mg(R+h) + \overline{F} \cdot h &= \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}(m+M)v_3^2 \\ \overline{F} &= \frac{kh}{2}\end{aligned}$$

联立代入相关数据求得

$$h = \frac{4\sqrt{30}-10}{5}\text{m}$$

(3) 小物块从 A 离开时与小车在水平方向速度相等，且为 $v_3 = 4\text{m/s}$ ，在空中运动的过程中，重力与风力做功的代数和为 0，设第一次飞离后还能飞离 n 次，则由能量守恒定律可得

$$E = \frac{1}{2}(m+M)v_3^2 + Q + 2nQ + mgR$$

代入数据求得

$$n = 3.8$$

故第一次飞离后恰好还能飞离 3 次，整个过程中能飞离 4 次；小物块第一次回到最低点时，小车的速度最大，设此时小物块的速度为 v_4 ，对系统由动量守恒定律和能量守恒定律可得

$$\begin{aligned}(M+m)v_3 &= Mv_m + mv_4 \\ \frac{1}{2}mv_2^2 - Q &= \frac{1}{2}Mv_m^2 + \frac{1}{2}mv_4^2\end{aligned}$$

联立代入数据求得

$$v_m = \frac{48 + \sqrt{2024}}{14}\text{m/s}$$

关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（网址：www.zizzs.com）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国90%以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。



微信搜一搜

Q 自主选拔在线