

2021年高三年级统一质量检测

物理试题

2021.03

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. 青岛濒临黄海, 是国内著名的滨海旅游城市, 长达 800 多公里的海岸线, 拥有众多优良海水浴场。在石老人海水浴场, 某同学漂浮在海面上, 水波以 3m/s 的速率向着海滩传播, 该同学记录了第 1 个波峰到第 10 个波峰通过身下的时间为 18s 。下列说法正确的是

- A. 该同学很快就会漂流到沙滩上
- B. 该水波的周期为 1.8s
- C. 该水波的波长为 6m
- D. 该水波可以绕过石老人继续传播属于波的干涉现象

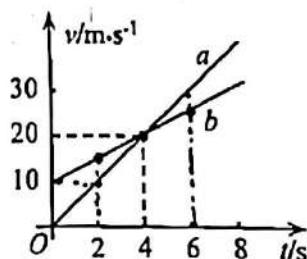


2. 大量处于 $n=5$ 能级的氢原子向低能级跃迁时产生的 a 、 b 两种单色光照射某光电管的阴极时, 测得遏止电压之比为 $2:1$, 根据该信息下列说法正确的是

- A. 在同种介质中, b 光的传播速度是 a 光的两倍
- B. 若 b 光是跃迁到 $n=3$ 能级产生的, 则 a 光可能是跃迁到 $n=4$ 能级产生的
- C. 用同样的装置做双缝干涉实验, b 光束的条纹间距是 a 光束的两倍
- D. 当两种光从水中射向空气时, a 光的临界角小于 b 光的临界角

3. 在同一平直公路上, a 、 b 两辆汽车同向行驶, 行驶过程的 $v-t$ 图像如图所示。已知两车在 $t=6\text{s}$ 时并排行驶, 下列说法正确的是

- A. 在 $t=0$ 时, b 车在 a 车前 15m
- B. 在 $t=2\text{s}$ 时, a 车在 b 车后
- C. 在 $t=4\text{s}$ 时, 两车并排行驶
- D. 两车先后两次并排行驶的地点相距 80m

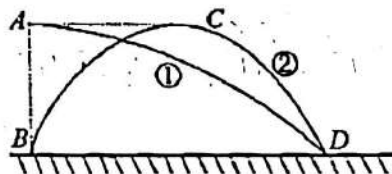


4. 征途漫漫，星河璀璨，2021年2月10日，“天问一号”成功被火星捕获，进入环火轨道。探测器被火星俘获后经过多次变轨才能在火星表面着陆。若探测器在半径为 r 的轨道 1 上绕火星做圆周运动，动能为 E_k ，变轨到轨道 2 上做圆周运动后，动能增加了 ΔE ，则轨道 2 的半径为

- A. $\frac{E_k}{E_k + \Delta E} r$
- B. $\frac{\Delta E}{E_k + \Delta E} r$
- C. $\frac{E_k + \Delta E}{\Delta E} r$
- D. $\frac{E_k}{\Delta E} r$

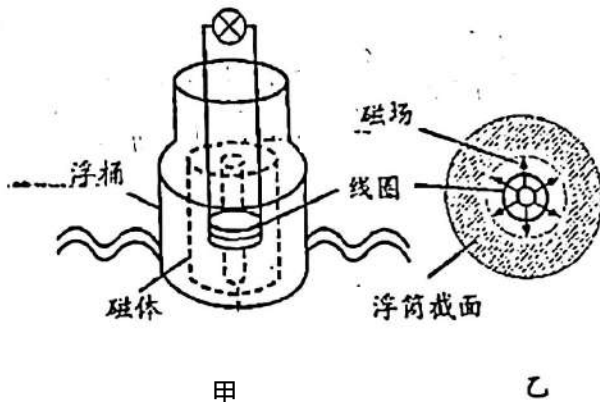
5. 在投掷游戏中，甲同学从 A 点将某个小玩具水平抛出，小玩具沿轨迹①落到了地面上的 D 点；乙同学从位于 A 点正下方地面上的 B 点斜向上将另一个同样的小玩具抛出，玩具沿轨迹②也恰好落到了 D 点， C 点为轨迹最高点， A 、 C 高度相同。不计空气阻力，下列说法正确的是

- A. 两过程的水平速度相同
- B. 两过程中玩具在空中的运动时间相等
- C. 沿轨迹①落到 D 点时小玩具落地速度大
- D. 两个过程中重力的冲量相等



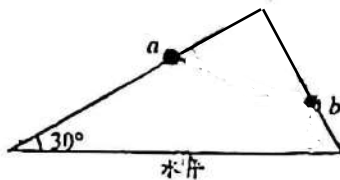
6. 合理利用自然界中的能源是一个重要的课题。在我国某海域，人们设计了一个浮桶式波浪发电灯塔。如图甲所示，该浮桶由内、外两密封圆筒构成，浮桶内磁体由支柱固定在暗礁上，内置 $N=100$ 匝的线圈。线圈与阻值 $R=14\Omega$ 的灯泡相连，随波浪相对磁体沿竖直方向上下运动且始终处于磁场中，其运动速度 $v=2\sqrt{2}\sin\pi t$ (m/s)。辐向磁场中线圈所在处的磁感应强度大小 $B=0.2$ T。线圈周长 $L=1.5$ m，总电阻 $r=1\Omega$ ，圆形线圈所在处截面如图乙所示。下列说法正确的是

- A. 线圈中感应电动势最大为 $60\sqrt{2}$ V
- B. 灯泡中流过电流的最大值为 4 A
- C. 灯泡的电功率为 240 W
- D. 1 分钟内小灯泡消耗的电能为 13440 J



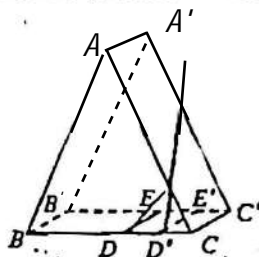
7. 如图, 在竖直平面内, 有一直角三角形金属框架, 底边水平。质量为 $\sqrt{3}m$ 的小球 a 和质量为 m 的小球 b 套在框架上, 可以无摩擦地滑动。 a 、 b 之间用不可伸长的细线连接。当系统处于平衡时, 关于细线上的张力 F 及细线与金属框架形成的夹角 θ , 下列说法正确的是

- A. $F=mg, \theta=30^\circ$
 B. $F=\frac{\sqrt{3}mg}{2}, \theta=45^\circ$
 C. $F=\frac{\sqrt{6}mg}{2}, \theta=45^\circ$
 D. $F=\sqrt{3}mg, \theta=60^\circ$



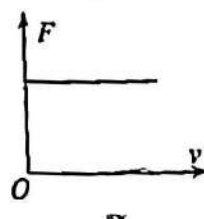
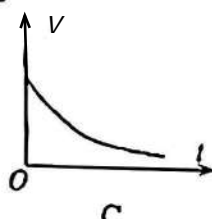
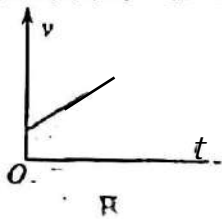
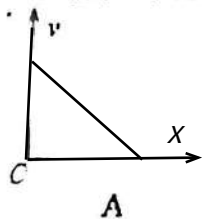
8. 如图, 截面为正三角形的三棱镜放置在坐标纸上, DE 是在坐标纸上标记的线段, 与三棱镜的 ABC 面垂直。从棱镜上方某位置观察, 恰好在眼睛正下方看到 DE 的像 $D'E'$, 且 D' 点是 DC 的中点。该三棱镜的折射率为

- A. $\sqrt{2}$ B. $\sqrt{3}$
 C. $\frac{3\sqrt{2}}{2}$ D. $\frac{4\sqrt{3}}{3}$

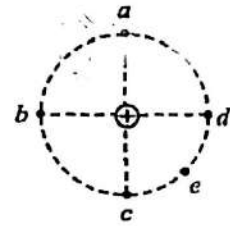


二、多项选择题: 本题共 4 小题, 每小题 4 分, 共 16 分。在每小题给出的四个选项中, 有多个选项符合题目要求。全部选对的得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分。

9. 装修中用到的某些含有 Th (钍) 的花岗岩会释放出放射性惰性气体 Rn (氡), 核反应方程为: ${}_{90}^{232}\text{Th} \rightarrow {}_{86}^{220}\text{Rn} + x {}_2^4\text{He} + 2y$, 而氡会继续发生衰变, 放出 α 、 β 、 γ 射线, 这些射线可能会诱发呼吸道方面的疾病, 甚至会导致细胞发生癌变。下列说法正确的是
- A. 方程中 $x=3, y$ 是电子
 B. 方程中 $x=2, y$ 是中子
 C. 1000 个氡经过一个半衰期后还剩下 500 个
 D. 上述核反应方程中, 中子总数减少了 2 个
10. 在物理学发展过程中, 最初把相等位移内速度变化相同的直线运动称为“匀变速直线运动”, 这种运动的“加速度”定义式为 $A = \frac{\Delta v}{\Delta x}$, 其中 Δv 表示某段位移 Δx 上的速度变化量。下列关于这种定义下的“匀变速直线运动”物体所受的合外力 F 、速度 v 、位移 x 、运动时间 t 等物理量间的关系图线可能正确的是

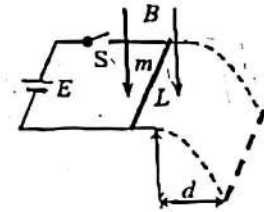


11. 如图, 将一带正电的点电荷固定在与纸面平行、电场强度为 E 的匀强电场中。 a 、 b 、 c 、 d 、 e 是以点电荷为圆心、 半径为 r 的圆周上的五个点, 其中 a 、 c 和 b 、 d 分别位于圆的两条相互垂直的直径上。 一个带负电的试探电荷置于 a 点时, 仅在电场力的作用下恰好保持静止状态。 下列说法正确的是



- A. 点电荷的带电量为 $\frac{r^2 E}{k}$, 其中 k 为静电力常量
- B. b 、 d 两点的电场强度相同
- C. 圆周上任意两点间的最大电势差为 $\sqrt{2} E r$
- D. a 、 b 、 c 、 d 、 e 各点的电势高低关系为 $\varphi_a > \varphi_b = \varphi_d > \varphi_c > \varphi_e$

12. 如图, 距地面 h 高处水平放置间距为 L 的两条光滑平行金属导轨, 导轨左端接有电动势为 E 的电源, 质量为 m 的金属杆静置于导轨上, 与导轨垂直且电接触良好, 空间有竖直向下的磁感应强度为 B 的匀强磁场。 现将开关 S 闭合, 一段时间后金属杆从导轨右端水平飞出, 测得其水平射程为 d , 下列说法正确的是



- A. 金属杆离开导轨前做匀变速直线运动
- B. 金属杆离开导轨前做非匀变速直线运动
- C. 电源消耗的电能为 $\frac{mdE}{BL} \sqrt{\frac{g}{2h}}$
- D. 从闭合开关到金属杆刚要落地时, 金属杆受到的冲量为 $m \sqrt{2gh + \frac{gd^2}{2h}}$

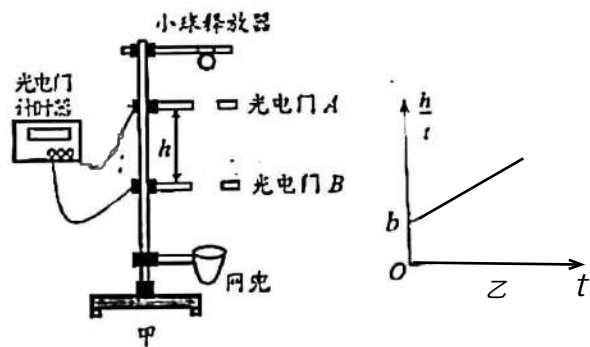
三、非选择题：本题共 6 小题，共 60 分。

13. (6 分) 某研究小组利用图甲所示装置测定重力加速度。实验器材由带有刻度尺的竖直杆、小球释放器、小球、光电门 A 和 B 及光电门计时器和网兜组成。实验时，按图装配好实验器材，小球、两个光电门和网兜在同一竖直线上。利用刻度尺读出两个光电门间的距离 h ，打开计时器后释放小球，记录下计时器显示的小球从光电门 A 到光电门 B 所用时间 t ；保持光电门 A 的位置不变，改变光电门 B 的位置，重复实验，多次读出两个光电门间的距离 h 和小球经过两个光电门所用时间 t ，在坐标纸上做出 $\frac{h}{t}-t$ 图线如图乙所示。

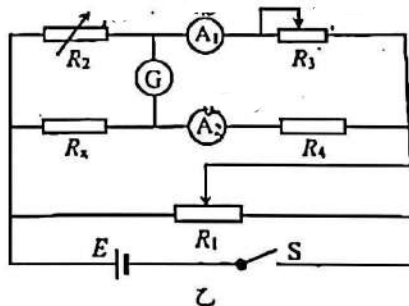
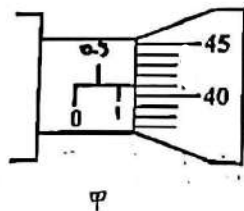
(1) 为了提高实验精度，下列说法正确的是

- A. 两光电门间的距离适当大一些
- B. 小球的直径越小，实验精度越高
- C. 应该选用材质密度较大的小球

(2) 乙图中，图线与纵轴交点坐标为 b ，若图线斜率为 k ，则当地的重力加速度值为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，小球释放点距光电门 A 的高度为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。(用题目给出的已知量表示)



14. (8 分) 某同学在实验室发现了一大捆铝导线，他想利用学过的知识计算出导线的长度，于是他设计了如下的实验方案：



(1) 先用螺旋测微器测量该导线的直径如图甲所示，则导线的直径 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ mm；

(2) 然后在实验室中找到如下实验器材：学生电源、灵敏电流计、电流表（两个）、滑动变阻器（两个）、电阻箱、定值电阻、开关、导线若干。他利用现有器材进行了如下实验：

- a. 按照图乙所示的电路图连接好实验电路；
- b. 将滑动变阻器 R_3 的滑片调至适当位置，滑动变阻器 R_1 的滑片调至最左端，闭合开关 S；
- c. 将滑动变阻器 R_1 的滑片逐步向右滑动，并反复调节 R_2 和 R_3 使灵敏电流计 G 示数为零，

此时电阻箱 R_2 的数值为 4.0Ω ，电流表 A_1 的示数为 0.15A ，电流表 A_2 的示数为 0.30A 。

根据上述实验过程，请回答：

- ① 待测电阻 R_x 的阻值为 $\underline{\hspace{2cm}}$ Ω ；
- ② 电流表的内阻对测量结果 $\underline{\hspace{2cm}}$ 影响（选填“有”或“无”）；

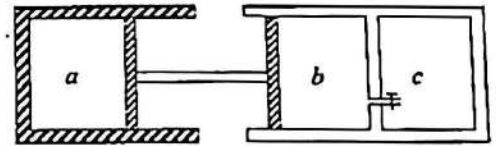
(3) 最后该同学在资料上查到了该铝导线的电阻率 $\rho = 2.82 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, 则这捆导线的长度为 _____ m。(结果保留三位有效数字)

(4) 为提高本实验的精确度可采取的措施是 _____。(请答出两条措施)

15. (7分) 如图, 绝热气缸 a 与导热气缸 b 、 c 均固定于地面, 由刚性杆连接着的两个绝热活塞均可在气缸内无摩擦滑动。开始时 a 、 b 两个气缸内装有体积相等、温度均为 T_0 的理想气体, 真空气缸 c 的容积与此时 a 、 b 两个气缸中的气体体积相等, 通过阀门与气缸 b 相连。现将阀门打开, 稳定后, a 中气体压强为原来的 0.6 倍, 环境温度保持不变。

(1) 求稳定后气缸 a 中气体的温度;

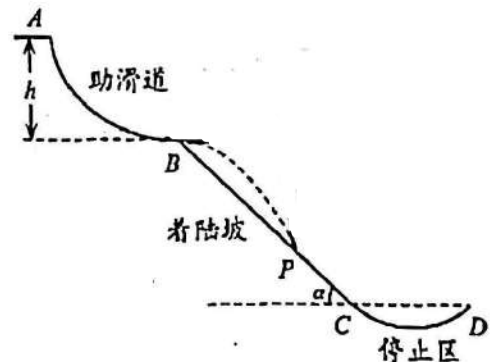
(2) 请用热力学第一定律解释上述过程气缸 a 中气体温度变化的原因。



16. (9分) 第 24 届冬季奥林匹克运动会, 将于 2022 年 2 月 4 日在北京和张家口联合举行, 北京也将成为奥运史上首个举办过夏季奥林匹克运动会和冬季奥林匹克运动会的城市, 跳台滑雪是冬奥会中最具观赏性的项目之一。如图, 跳台滑雪赛道由跳台 A 、助滑道 AB 、着陆坡 BC 和停止区 CD 等部分组成。比赛中, 质量 $m = 60 \text{kg}$ 的某运动员从跳台 A 处由静止下滑, 运动到 B 处后水平飞出, 在空中飞行了 $t_1 = 4.5 \text{s}$ 落在着陆坡上的 P 点。运动员从刚接触 P 点到开始沿着着陆坡向下滑行, 经历的时间 $t_2 = 0.8 \text{s}$ 。已知着陆坡的倾角 $\alpha = 37^\circ$, 重力加速度 $g = 10 \text{m/s}^2$, 不计运动员在滑道上受到的摩擦阻力及空气阻力, 求:

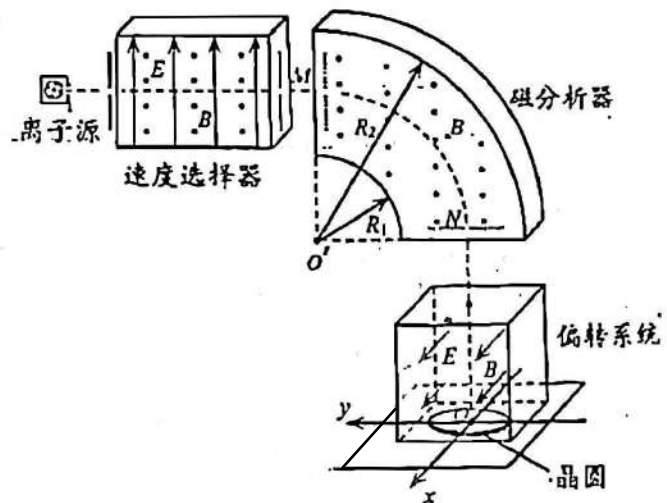
(1) 助滑道 AB 的落差 h ;

(2) 运动员在着陆坡上着陆过程中, 着陆坡对运动员的平均冲击力大小。



17. (14分) 在芯片制造过程中, 离子注入是其中一道重要的工序。如图, 是离子注入工作原理示意图, 离子经电场加速后沿水平方向进入速度选择器, 然后通过磁分析器, 选择出特定比荷的离子, 经偏转系统后注入处在水平面上的晶圆(硅片)。速度选择器、磁分析器和偏转系统中匀强磁场的磁感应强度大小均为 B , 方向均垂直纸面向外; 速度选择器和偏转系统中匀强电场的电场强度大小均为 E , 方向分别为竖直向上和垂直纸面向外。磁分析器截面是内外半径分别为 R_1 和 R_2 的四分之一圆弧, 其两端中心位置 M 和 N 处各有一小孔; 偏转系统中电场和磁场的分布区域是一棱长为 L 的正方体, 晶圆放置在偏转系统底面处。当偏转系统不加电场和磁场时, 离子恰好竖直注入到晶圆上的 O 点, O 点也是偏转系统底面的中心。以 O 点为原点建立 xOy 坐标系, x 轴垂直纸面向外。整个系统置于真空中, 不计离子重力, 经过偏转系统直接打在晶圆上的离子偏转的角度都很小。已知当 α 很小时, 满足: $\sin \alpha \approx \alpha$, $\cos \alpha \approx 1 - \frac{1}{2}\alpha^2$ 。

- (1) 求离子通过速度选择器后的速度大小 v 及磁分析器选择出的离子的比荷;
- (2) 当偏转系统仅加电场时, 求离子注入到晶圆上的位置坐标 (x_1, y_1) ;
- (3) 当偏转系统仅加磁场时, 设离子注入到晶圆上的位置坐标为 (x_2, y_2) , 请利用题设条件证明: $y_2 = x_1$;
- (4) 当偏转系统同时加上电场和磁场时, 求离子注入到晶圆上的位置坐标 (x_3, y_3) , 并简要说明理由。



18. (16分) 如图, 质量为 m 的物块 a 与质量为 $2m$ 的物块 b 静置于光滑水平面上, 物块 b 与劲度系数为 k 的水平轻质弹簧连接, 物块 a 恰与弹簧左端接触。现给物块 a 水平向右的初速度 v_0 , 物块 a 与弹簧发生相互作用, 最终与弹簧分离。全过程无机械能损失且弹簧始终处于弹性限度内。已知弹簧振子做简谐运动的周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 。

(1) 若物块 b 固定不动, 求物块 a 速度减为 0 过程经历的时间;

(2) 若物块 b 可以自由滑动, 求两物块相互作用过程中物块 a 的最小速度;

(3) 若物块 b 可以自由滑动, 在两物块相互作用过程中, 求当物块 a 的速度大小为 $\frac{v_0}{4}$ 时

弹簧的弹性势能;

(4) 在 (2) 问中, 如果在物块 b 的右侧固定一挡板 (位置未知, 图中也未画出), 物块 a 与弹簧分离前物块 b 与挡板发生弹性碰撞, 碰撞后的瞬间立即撤去挡板, 物块 b 与挡板的碰撞时间极短, 求此后过程中弹簧最大弹性势能可能的取值范围。

