

高三物理考试

本试卷满分 100 分,考试用时 75 分钟。

注意事项:

1. 答题前,考生务必将自己的姓名、考生号、考场号、座位号填写在答题卡上。
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。
4. 本试卷主要考试内容:高考全部内容。

一、选择题:本题共 10 小题,共 46 分。在每小题给出的四个选项中,第 1~7 题只有一项符合题目要求,每小题 4 分;第 8~10 题有多项符合题目要求,每小题 6 分,全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

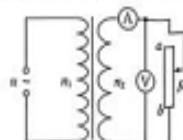
1. 月球上存在多种潜在的核原料和资源,其中最主要的就是氦 3(${}^3\text{He}$),氦 3 是一种极为珍贵的核聚变燃料,具有高效、清洁、低辐射的特点。其核反应方程有两种: ${}^3_2\text{He}+{}^3_2\text{He}\rightarrow{}^4_2\text{He}+2X$ ①; ${}^3_2\text{He}+Y\rightarrow{}^4_2\text{He}+X$ 。下列说法正确的是
 - A. 发生核反应会出现质量亏损,不遵循质量数守恒定律
 - B. ${}^3_2\text{He}$ 的比结合能比 ${}^4_2\text{He}$ 的比结合能大
 - C. X 和 Y 互为同位素
 - D. 这两个核反应中一个为核聚变反应,一个为核裂变反应
2. 如图所示,匀强磁场中有两个导体圆环 a、b,磁场方向与圆环所在平面垂直。磁感应强度 B 随时间均匀减小。a、b 两圆环半径之比为 5:3,圆环中产生的感应电动势分别为 E_1 和 E_2 。不考虑两圆环间的相互影响,下列说法正确的是
 - A. $E_1 : E_2 = 5 : 3$
 - B. $E_1 : E_2 = 25 : 9$
 - C. 导体圆环 a 中的感应电流沿顺时针方向
 - D. 导体圆环 b 中的感应电流沿顺时针方向
3. 我国成功发射了许多人造卫星,它们分布在不同高度的不同轨道上,在通信导航、气象观测、军事运用等方面为我们提供了巨大的帮助。卫星绕地球做匀速圆周运动的向心加速度大小为 a_n ,线速度大小为 v,下列图像正确的是



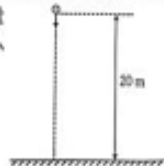
【高三物理 第 1 页(共 6 页)】

·YN-C2·

4. 某光伏电站所用的变压器如图所示,原线圈接入有效值为 u 的正弦交流电,理想变压器原、副线圈的匝数分别为 n_1 、 n_2 ,R 为滑动变阻器,电流表和电压表均为理想交流电表。下列说法正确的是

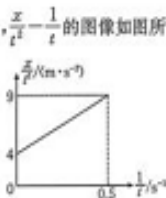


- A. 副线圈输出电压的最大值为 $\frac{n_2 u}{n_1}$
 - B. 副线圈输出电压的最大值为 $\frac{n_1 u}{n_2}$
 - C. 若将滑动变阻器 R 的滑片从 a 向 b 滑动,则电流表的示数变大
 - D. 若将滑动变阻器 R 的滑片从 a 向 b 滑动,则电压表的示数变大
5. 如图所示,从悬停的无人机(图中未画出)上由静止释放一小球(视为质点),同时,子弹(图中未画出)从同一高度以 100 m/s 的速度水平射向小球,释放时小球距离水平地面的高度为 20 m,1 s 末子弹恰好射入小球(子弹未射出,且该过程时间极短),小球的质量为子弹质量的 9 倍,不计空气阻力,取重力加速度大小 $g=10 \text{ m/s}^2$,则小球落到水平地面上的点到释放点的水平距离为

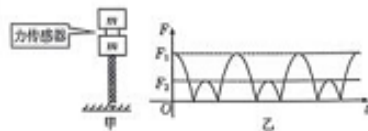


- A. 20 m
- B. 10 m

- C. 5 m
 - D. 2 m
6. 某新能源汽车以某初速度开始做匀加速直线运动,位移为 x ,时间为 t , $\frac{x}{t^2}-\frac{1}{t}$ 的图像如图所示,下列说法正确的是



- A. 该新能源汽车的加速度大小为 8 m/s^2
 - B. 该新能源汽车的初速度大小为 5 m/s
 - C. 该新能源汽车在 0.5 s 时刻的速度大小为 15 m/s
 - D. 该新能源汽车在 0~0.5 s 时间内的平均速度大小为 12.5 m/s
7. 如图甲所示,两木块(均可视为质点)间连接一力传感器(厚度不计,质量不计),力传感器可以实时测量两木块间的作用力,下方木块与竖直轻弹簧连接。先用力将木块竖直下压, $t=0$ 时刻从最低点释放木块,力传感器记录两木块之间的作用力大小 F 随时间 t 变化的情况如图乙所示。已知每块木块的质量均为 m ,弹簧劲度系数为 k 。弹簧始终在弹性限度内,不计空气阻力,重力加速度大小为 g ,以木块释放位置所在的水平面为重力势能的参考平面,下列说法正确的是



- A. 木块的速度最大时,弹簧长度大于原长
- B. 两木块的最大加速度为 $\frac{F_1 - F_2}{2m}$
- C. 木块做简谐运动的振幅为 $\frac{F_1 - F_2}{k}$
- D. 两木块的最大重力势能为 $\frac{4mg(F_1 + F_2)}{k}$

【高三物理 第 2 页(共 6 页)】

·YN-C2·

8. 关于双缝干涉实验,下列说法正确的是

- A. 使用激光做实验可以不需要单缝
- B. 用白光进行实验,光屏中间显示紫色,周围为彩色
- C. 减小双缝到光屏的距离,条纹会变得更加密集
- D. 将蓝光换成红光,条纹会变得更加密集

9. 小明同学在家打扫卫生,需要移动沙发,如图所示,质量 $m = 20 \text{ kg}$ 的沙发(可视为质点)静止

在水平地面上,沙发与地面间的动摩擦因数 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$,小明用大小 $F = 200 \text{ N}$ 、与水平方向成 θ 角斜向下的力推沙发,认为最大静摩擦力等于滑动摩擦力,取重力加速度大小 $g = 10 \text{ m/s}^2$,下列说法正确的是

- A. 若 $\theta = 0^\circ$,则沙发的加速度大小为 $\frac{15-10\sqrt{3}}{3} \text{ m/s}^2$
- B. 若 $\theta = 30^\circ$,则沙发保持静止
- C. 若 $\theta = 45^\circ$,增大推力 F ,则沙发一定保持静止
- D. 若 $\theta = 60^\circ$,增大推力 F ,则沙发一定保持静止



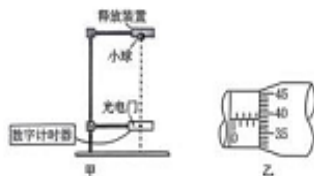
10. 如图所示,有一方向垂直纸面向里、范围足够大的匀强磁场,磁场中有一个粒子源,朝纸面各个方向均匀发射质量为 m 、电荷量为 q 、速度大小为 v 的带正电粒子。磁场右边界有一足够大的荧光屏,带电粒子打在屏上面时荧光屏就会发光。已知粒子源到荧光屏的距离为 L ,匀强磁场的磁感应强度大小 $B = \frac{mv}{2qL}$,不计粒子受到的重力,下列说法正确的是

- A. 水平向右发射的粒子在磁场中运动的时间为 $\frac{\pi L}{3v}$
- B. 水平向右发射的粒子在磁场中运动的时间为 $\frac{\pi L}{6v}$
- C. 能到达荧光屏的粒子数与发射粒子总数的比值为 $\frac{5}{6}$
- D. 能到达荧光屏的粒子数与发射粒子总数的比值为 $\frac{2}{3}$



二、非选择题:本题共 5 小题,共 54 分。

11. (6 分)某实验小组利用自由落体运动测量所在地的重力加速度,实验装置如图甲所示,实验过程如下:



(1)用螺旋测微器测量小球的直径,其示数如图乙所示,则小球的直径 $d =$ _____ mm。

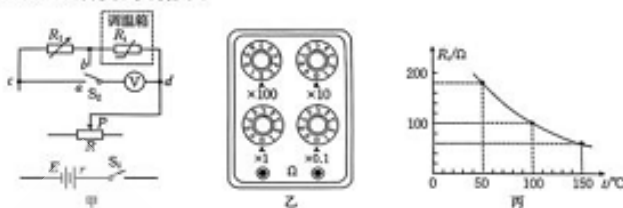
【高三物理 第 3 页(共 6 页)】

• YN - C2 •

(2)安装实验器材,将小球固定在释放装置底部,光电门置于小球正下方,测得小球到光电门的距离为 H ($H \gg d$),释放小球,小球通过光电门,数字计时器显示遮光时间为 t ,则当地重力加速度大小表达式 $g =$ _____ (用 d 、 H 、 t 表示),若 $H = 40.00 \text{ cm}$, $t = 1.388 \text{ ms}$,通过计算可得重力加速度大小 $g =$ _____ m/s^2 (结果保留三位有效数字)。

(3)若小球下落过程中空气阻力不能忽略,则测得的重力加速度 _____ (填“大于”“小于”或“等于”)当地实际的重力加速度。

12. (10 分)小明同学探究热敏电阻 R_t 的阻值随温度变化的规律,实验器材有:电源 E (3 V, 0.5 Ω),电压表 (3.5 V, 约 50 $\text{k}\Omega$),滑动变阻器 R_A (0~1 $\text{k}\Omega$),滑动变阻器 R_B (0~10 Ω),电阻箱 R_1 (0~999.9 Ω),开关、导线若干。



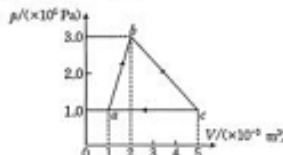
(1)小明同学设计了如图甲所示的电路,要使 c 、 d 两端电压可从 0 开始变化,请帮小明完成该电路图。其中滑动变阻器 R 应选 _____ (填“ R_A ”或“ R_B ”)。

(2)正确连线后,将滑动变阻器的滑片 P 移到最左侧,电阻箱调至合适阻值,闭合开关 S_1 ,将开关 S_2 切换到 a ,调节滑片 P 使电压表示数 $U_0 = 2.70 \text{ V}$ 。再将开关 S_2 切换到 b ,电阻箱调至如图乙所示,则此时接入电路的电阻 $R_1 =$ _____ Ω ,记录调温箱温度 $t_1 = 40^\circ \text{C}$,电压表示数 $U_1 = 1.35 \text{ V}$,则温度 t_1 下热敏电阻 $R_t =$ _____ Ω (结果保留三位有效数字)。

(3)保持 R_1 、滑片 P 位置和开关 S_2 状态不变,改变调温箱温度,记录调温箱温度和相应电压表示数,得到不同温度下 R_t 的阻值如图丙所示,则调温箱温度 $t_2 = 100^\circ \text{C}$ 时热敏电阻 $R_t =$ _____ Ω ,此时电压表的示数 $U_2 =$ _____ V。(结果均保留三位有效数字)

13. (10 分)热力学循环是一系列传递热量并做功的热力学过程组成的集合,通过压强、温度等状态参量的变化,最终使热力学系统回到初始状态。一定质量的理想气体,从初始状态 a 经状态 b 、 c 再回到 a ,其压强 p 随体积 V 的变化关系如图所示, abc 是一个三角形,已知气体在初始状态 a 时的热力学温度 $T_a = 300 \text{ K}$,其余物理量的大小已在图中标出,求:

- (1)该气体在状态 b 时的热力学温度 T_b ;
- (2)从初始状态 a 经状态 b 、 c 再回到状态 a 的过程,气体吸收的热量 Q 。



【高三物理 第 4 页(共 6 页)】

• YN - C2 •

14. (13分) 如图所示, 在真空中, 有一半径为 R 的圆, 圆心为 O , a, b, c, d, e, f 为该圆的六等分点, 该圆处在与其所在平面平行的匀强电场(图中未画出)中。将一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子(不计受到的重力)从 a 点沿不同方向(在该圆所处的平面内)以大小为 v_0 的速度射出后, 粒子再次与圆相交时, 通过 e 点的速度最大, 且为 $2v_0$ 。

- (1) 求该匀强电场的电场强度大小和方向;
- (2) 求粒子运动到 d 点时的速度大小;
- (3) 通过计算说明粒子是否能通过 e 点。



15. (15分) 如图所示, 粗糙绝缘水平面 AB 和粗糙绝缘水平面 CD 通过足够长的光滑绝缘水平面 BC 连接, 带正电滑块 a 和带负电滑块 b 的质量均为 $m=0.5\text{ kg}$, 电荷量均为 $q=2\times 10^{-4}\text{ C}$, 滑块 a 与 AB 间的动摩擦因数 $\mu_1=0.2$, 滑块 b 与 CD 间的动摩擦因数 $\mu_2=0.1$ 。在 AB, CD 上方有水平向右、大小 $E=7.5\times 10^7\text{ N/C}$ 的匀强电场(图中未画出)。现将滑块 a 从 M 点由静止开始释放, 一段时间后, 滑块 a 与静止在水平面 BC 上的装有质量不计的绝缘弹簧的滑块 b 发生第一次碰撞, 之后弹簧储存的弹性势能的最大值 $E_p=12.5\text{ J}$ 。已知滑块 a 与弹簧碰撞过程中不损失机械能, 且弹簧始终在弹性限度内, 滑块 a 和滑块 b 均可视为质点, 不计两滑块间的电场力, 取重力加速度大小 $g=10\text{ m/s}^2$ 。求:

- (1) M 点与 B 点间的距离 x_1 ;
- (2) 滑块 a 与滑块 b 第一次碰撞后, 滑块 b 沿 CD 运动的最大距离 x_2 ;
- (3) 滑块 b 在 CD 上运动的总路程 x_3 。



高三物理考试参考答案

一、选择题:本题共 10 小题,共 46 分。在每小题给出的四个选项中,第 1~7 题只有一项符合题目要求,每小题 4 分;第 8~10 题有多项符合题目要求,每小题 6 分,全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C	B	D	C	B	A	D	AC	BD	AD

1. C **【解析】**本题考查原子核,目的是考查学生的理解能力。在核反应中,质量数守恒,选项 A 错误;核反应放出能量,比结合能增大,选项 B 错误;X 为 ${}_1^1\text{H}$,Y 为 ${}_1^2\text{H}$,X 和 Y 互为同位素,选项 C 正确;两个核反应均为核聚变反应,选项 D 错误。
2. B **【解析】**本题考查法拉第电磁感应定律和楞次定律,目的是考查学生的理解能力。根据法拉第电磁感应定律有 $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot \pi R^2 \propto R^2$,则有 $E_a : E_b = R_a^2 : R_b^2 = 25 : 9$,由于穿过圆环的磁通量向外减小,根据楞次定律可知,感应电流均沿逆时针方向,选项 B 正确。
3. D **【解析】**本题考查万有引力,目的是考查学生的理解能力。由向心力公式有 $a_n = \frac{v^2}{R}$,对于卫星,万有引力提供向心力,有 $G \frac{Mm}{R^2} = \frac{mv^2}{R}$,整理后得到 $a_n = \frac{v^4}{GM}$,选项 D 正确。
4. C **【解析】**本题考查变压器,目的是考查学生的理解能力。由 $\frac{u}{u_2} = \frac{n_1}{n_2}$,解得副线圈输出电压的有效值 $u_2 = \frac{n_2 u}{n_1}$,最大值 $u_m = \sqrt{2} u_2 = \frac{\sqrt{2} n_2 u}{n_1}$,选项 A、B 错误;将滑动变阻器 R 的滑片从 a 向 b 滑动,副线圈输出电压的有效值不变,电压表的示数不变,接入电路的电阻减小,电流表的示数变大,选项 D 错误、C 正确。
5. B **【解析】**本题考查平抛运动和动量守恒定律,目的是考查学生的推理论证能力。根据题意可知,子弹射入小球的过程中,水平方向上动量守恒,竖直方向上小球的分运动保持不变,设碰撞后小球的水平速度为 $v_{共}$,则有 $mv = (m + 9m)v_{共}$,小球在竖直方向上做匀加速直线运动,则有 $h = \frac{1}{2}gt^2$,解得 $t = 2$ s,可知碰撞后小球与子弹的整体运动 $t' = 1$ s 落地,则水平方向上有 $x = v_{共}t'$,解得 $x = 10$ m,选项 B 正确。
6. A **【解析】**本题考查匀变速直线运动,目的是考查学生的推理论证能力。由运动学公式位移与时间的关系式 $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$,可得 $\frac{x}{t^2} = v_0 \frac{1}{t} + \frac{1}{2}a$,即 $\frac{1}{2}a = 4$ m/s²,所以该新能源汽车的加速度大小 $a = 8$ m/s²,初速度大小为 10 m/s,选项 A 正确、B 错误;该新能源汽车在 0.5 s 时刻的速度由速度与时间的关系式得 $v = v_0 + a \cdot t$,解得速度为 14 m/s,选项 C 错误;该新能源汽车在 0~0.5 s 时间内的平均速度大小 $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$,位移 $\Delta x = v_0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2}a(\Delta t)^2 = 6$ m,所以平均速度大小 $\bar{v} = 12$ m/s,选项 D 错误。

7. D 【解析】本题考查机械振动,目的是考查学生的创新能力。两木块一起做简谐运动,速度最大时合力为零,弹簧处于压缩状态,长度小于原长,选项 A 错误;对上方木块受力分析,在最低点时有 $F_1 - mg = ma$,在最高点时有 $mg + F_2 = ma$,解得木块做简谐运动的最大加速度 $a = \frac{F_1 + F_2}{2m}$,选项 B 错误;在最低点时对整体受力分析,有 $F_{低} - 2mg = 2ma$,弹簧压缩量 $\Delta x_1 = \frac{F_{低}}{k}$,在最高点时对整体受力分析,有 $F_{高} + 2mg = 2ma$,弹簧伸长量 $\Delta x_2 = \frac{F_{高}}{k}$,弹簧上升的总高度 $h = \Delta x_1 + \Delta x_2 = \frac{2(F_1 + F_2)}{k}$,最大重力势能 $E_p = 2mgh = \frac{4mg(F_1 + F_2)}{k}$,选项 D 正确;木块做简谐运动的振幅 $A = \frac{h}{2} = \frac{F_1 + F_2}{k}$,选项 C 错误。

8. AC 【解析】本题考查双缝干涉,目的是考查学生的理解能力。激光发出的光本身就是相干光,不需要单缝,选项 A 正确;用白光进行实验,光屏中间为白色,周围为彩色,选项 B 错误;根据公式 $\Delta x = \frac{L}{d}\lambda$,可知 L 减小,条纹间距减小,选项 C 正确;将蓝光换成红光,波长增大,间距增大,条纹将变得稀疏,选项 D 错误。

9. BD 【解析】本题考查受力分析,目的是考查学生的推理论证能力。 $\theta = 0^\circ$ 时,由牛顿第二定律有 $F - \mu mg = ma$,解得 $a = \frac{30 - 10\sqrt{3}}{3} \text{ m/s}^2$,选项 A 错误; $\theta = 30^\circ$ 时,地面对沙发的摩擦力大小 $f = \mu(mg + F \sin 30^\circ) = 100\sqrt{3} \text{ N}$,力 F 在水平方向上的分力大小为 $F \cos 30^\circ = 100\sqrt{3} \text{ N}$,两个力大小相等方向相反,故沙发保持静止,选项 B 正确;沙发的最大静摩擦力大小 $f_1 = \mu(mg + F \sin \theta)$,若要沙发静止,应该满足 $F \cos \theta \leq \mu(mg + F \sin \theta)$,变形得 $F(\cos \theta - \mu \sin \theta) \leq \mu mg$,如果满足 $\cos \theta - \mu \sin \theta \leq 0$,即 $\theta \geq 60^\circ$,此时无论 F 多大,沙发都会保持静止,选项 C 错误、D 正确。

10. AD 【解析】本题考查带电粒子在磁场中的运动,目的是考查学生的模型建构能力。由洛伦兹力提供向心力有 $qBv = \frac{mv^2}{R}$,解得粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的半径 $R = 2L$,粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期 $T = \frac{2\pi R}{v}$,设水平向右发射的粒子在磁场中运动的圆心角为 θ ,由几何关系有 $\sin \theta = \frac{L}{R}$,解得 $\theta = 30^\circ$,粒子在磁场中运动的时间 $t = \frac{\theta}{360^\circ} T = \frac{\pi L}{3v}$,选项 A 正确、B 错误;当粒子运动的轨迹与右边界相切时,粒子的速度与边界的夹角为 60° ,所以能打到荧光屏上的粒子数与发射粒子总数的比值为 $\frac{360^\circ - 2 \times 60^\circ}{360^\circ} = \frac{2}{3}$,选项 C 错误、D 正确。

11. (1) 3.885 (2分)

(2) $\frac{d^2}{2Ht^2}$ (2分) 9.80 (1分)

(3) 小于 (1分)

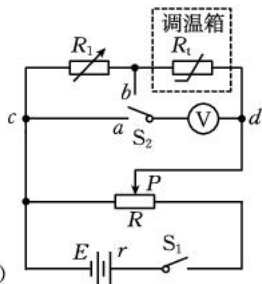
【解析】本题考查利用自由落体运动测量重力加速度,目的是考查学生的实验探究能力。

(1)小球的直径 $d=3.5\text{ mm}+0.385\text{ mm}=3.885\text{ mm}$ 。

(2)小球通过光电门的速度 $v=\frac{d}{t}$,由自由落体运动公式有 $v^2=2gH$,可得重力加速度大小 $g=\frac{d^2}{2Ht^2}$,代入数值可知重力加速度大小 $g=9.80\text{ m/s}^2$ 。

(3)空气阻力不能忽略,由牛顿第二定律可知,测得的重力加速度小于当地实际重力加速度。

【评分细则】第(1)问在 3.883~3.887 之间均给分。第(2)问的第 2 空写成 9.79 也给分。



12. (1) (2分) R_B (1分)

(2)200.0 (2分) 200 (1分)

(3)100 (2分) 0.900 (2分)

【解析】本题考查闭合电路欧姆定律,目的是考查学生的实验探究能力。

(1)要使 $c、d$ 两端电压可从 0 开始变化,滑动变阻器 R 应连成分压电路,电路图如答案图所示,为了方便调节,应选 R_B 。

(2)电阻箱接入电路的电阻 $R_1=2\times 100\ \Omega+0\times(10+1+0.1)\ \Omega=200.0\ \Omega$,调温箱温度 $t_1=40\ ^\circ\text{C}$ 、电压表示数 $U_1=1.35\ \text{V}$,可知此时电阻箱两端电压 $U=U_0-U_1=1.35\ \text{V}$,故温度 t_1 下热敏电阻 $R_t=200\ \Omega$ 。

(3)由题图丙可知,调温箱温度 $t_2=100\ ^\circ\text{C}$ 时热敏电阻 $R_{t2}=100\ \Omega$,由分压原理可知此时电压表的示数 $U_2=0.900\ \text{V}$ 。

【评分细则】第(1)问只要有线连错就不得分。第(2)问第 1 空写成 200 不得分。

13.【解析】本题考查理想气体状态方程,目的是考查学生的推理论证能力。

(1)根据理想气体状态方程有 $\frac{p_a V_a}{T_a}=\frac{p_b V_b}{T_b}$ (2分)

解得 $T_b=1\ 800\ \text{K}$ 。(2分)

(2)整个循环中内能变化量 $\Delta U=0$ (1分)

根据热力学第一定律有 $\Delta U=W+Q$ (2分)

由题图可知,一个循环过程外界对气体做的功 $W=-\frac{1}{2}\times 4\times 10^{-3}\times 2\times 10^5\ \text{J}=-400\ \text{J}$

(2分)

解得 $Q=400\ \text{J}$ 。(1分)

【评分细则】其他方法只要正确均给分。第(1)问答案写成 $T_b=1.8\times 10^3\ \text{K}$ 也给分。

14.【解析】本题考查匀强电场及曲线运动,目的是考查学生的推理论证能力。

(1)因为粒子经过 c 点时速度最大,可知该过程中,电场力做的功最多,即圆上的 c 点为沿电场线方向上距 a 点最远的点,所以电场强度的方向由 O 点指向 c 点 (1分)

由几何关系可知, a 点到 c 点沿电场线方向的距离 $x_{ac}=R(1+\sin 30^\circ)$ (1分)

由动能定理有 $qEx_{ac} = \frac{1}{2}m(2v_0)^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ (1分)

解得 $E = \frac{mv_0^2}{qR}$ 。(1分)

(2)由几何关系可知,从 a 点到 d 点沿电场线方向的距离 $x_{ad} = R$ (1分)

由动能定理有 $qEx_{ad} = \frac{1}{2}mv_d^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ (2分)

解得 $v_d = \sqrt{3}v_0$ 。(1分)

(3)假设粒子能通过 e 点,设粒子从 a 点射出时与 ae 连线成 θ 角,粒子从 a 点运动到 e 点的时间为 t ,沿 ae 方向做匀速直线运动,有

$y_{ae} = v_0 \cos \theta \cdot t$ (1分)

由几何关系可知,从 a 点到 e 点的距离 $y_{ae} = \sqrt{3}R$ (1分)

沿电场线方向有 $2v_0 \sin \theta = at$ (1分)

$a = \frac{qE}{m}$ (1分)

代入数据可得 $\sin \theta \cos \theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$

解得 $\sin 2\theta = \sqrt{3}$,正弦值大于1,等式不成立,即粒子不能通过 e 点。(1分)

【评分细则】其他方法只要正确均给分。

15.【解析】本题考查动能定理和动量守恒定律,目的是考查学生的模型建构能力。

(1)滑块 a 从 M 点运动到 B 点的过程,根据动能定理有

$(qE - \mu_1 mg)x_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$ (1分)

因为滑块 a 、 b 的质量相等,发生碰撞时满足动量守恒,结合弹簧储存的能量最大值的条件有

$mv_1 = 2mv_1'$ (1分)

$E_p = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2} \times 2mv_1'^2$ (1分)

解得 $v_1 = 10 \text{ m/s}$, $x_1 = 50 \text{ m}$ 。

(2)根据动量守恒定律和能量守恒定律有

$mv_1 = mv_1'' + mv_2$ (1分)

$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_1''^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$ (1分)

解得 $v_1'' = 0$, $v_2 = v_1 = 10 \text{ m/s}$ (1分)

在滑块 b 第一次在 CD 上向右运动的过程中,根据动能定理有

$-(qE + \mu_2 mg)x_2 = 0 - \frac{1}{2}mv_2^2$ (1分)

解得 $x_2 = 12.5 \text{ m}$ 。(1分)

(3)设滑块 b 第一次向左运动到 C 点时的速度大小为 v_3 ,有

$-2\mu_2 mgx_2 = \frac{1}{2}mv_3^2 - \frac{1}{2}mv_2^2$ (1分)

解得 $v_3 = 5\sqrt{2}$ m/s

b 与 a 碰后再次交换速度,则此时 b 的速度为零, a 的速度大小 $v_4 = 5\sqrt{2}$ m/s,则 a 在 AB 上速度减为零的过程中有

$$-(qE + \mu_1 mg)x_3 = 0 - \frac{1}{2}mv_4^2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得 $x_3 = 5$ m

设滑块 a 第二次向右运动经过 B 点时的速度大小为 v_5 ,有 $(qE - \mu_1 mg)x_3 = \frac{1}{2}mv_5^2$

解得 $v_5 = \sqrt{10}$ m/s

a 与 b 碰撞后再次交换速度,则 b 的速度大小 $v_6 = v_5$

设滑块 b 第二次沿 CD 向右运动的最大距离为 x_4 ,有 $-(qE + \mu_2 mg)x_4 = 0 - \frac{1}{2}mv_6^2$

(1 分)

解得 $x_4 = 1.25$ m = $0.1x_3$ (1 分)

设滑块 b 第二次向左运动到 C 点时的速度大小为 v_7 ,有

$$-2\mu_2 mgx_4 = \frac{1}{2}mv_7^2 - \frac{1}{2}mv_6^2$$

$v_7 = \sqrt{5}$ m/s

b 与 a 碰后再次交换速度,则此时 b 的速度为零, a 的速度大小 $v_8 = \sqrt{5}$ m/s,则 a 在 AB 上速度减为零的过程中有

$$-(qE + \mu_1 mg)x_5 = 0 - \frac{1}{2}mv_8^2$$

解得 $x_5 = 0.5$ m

设滑块 a 第三次向右运动经过 B 点时的速度大小为 v_9 ,有 $(qE - \mu_1 mg)x_5 = \frac{1}{2}mv_9^2$

解得 $v_9 = 1$ m/s

a 与 b 碰撞后再次交换速度,则 b 的速度大小 $v_{10} = v_9$

设滑块 b 第三次沿 CD 向右运动的最大距离为 x_6 ,有 $-(qE + \mu_2 mg)x_6 = 0 - \frac{1}{2}mv_{10}^2$

解得 $x_6 = 0.125$ m = $0.1x_4$

可知滑块 b 每次向右运动的最大路程为等比关系,其中公比 $k = 0.1$ (1 分)

$$\text{故 } x_b = \frac{2x_1}{1-k} \quad (1 \text{ 分})$$

解得 $x_b = \frac{250}{9}$ m。 (1 分)

【评分细则】其他方法只要正确均给分。第(3)问最后一步写成 $x_b = 27.8$ m 也给分。