



高三物理试题

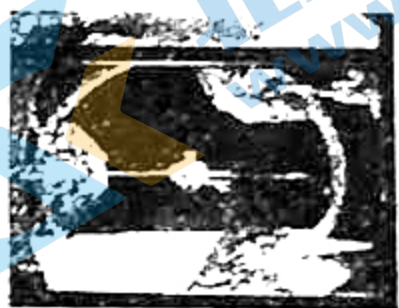
考生注意：

1. 本试卷分第Ⅰ卷(选择题)和第Ⅱ卷(非选择题)两部分,共100分。考试时间90分钟。
2. 请将各题答案填写在答题卡上。
3. 本试卷主要考试内容:高考全部内容。

第Ⅰ卷 (选择题 共40分)

一、选择题:本题共10小题,每小题4分,共40分。在每小题给出的四个选项中,第1~6题只有一项符合题目要求,第7~10题有多项符合题目要求。全部选对的得4分,选对但不全的得2分,有选错的得0分。

1. 2021年6月17日9时22分,“长征二号”F遥十二运载火箭成功将“神舟十二号”载人飞船中的3名航天员送入预定轨道,并顺利实现与“天和”核心舱的对接。以下说法正确的是



甲



乙

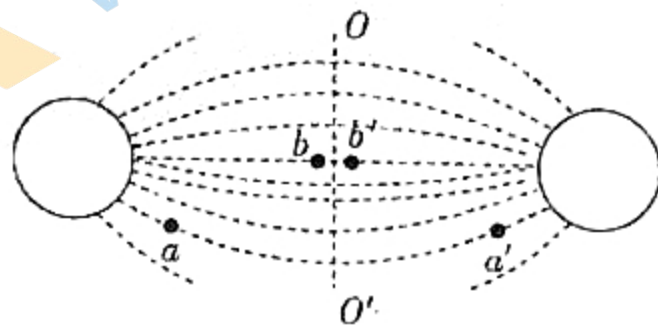


丙

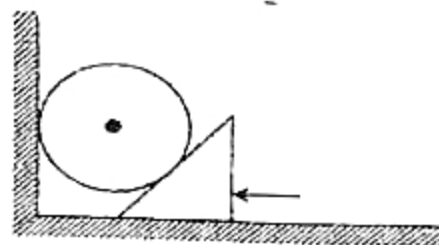


丁

- 图甲:神舟飞船与“天和”核心舱对接过程,均可视为质点
 - 图乙:载人飞船加速上升过程,3名航天员均处于失重状态
 - 图丙:3名航天员环绕地球做圆周运动过程,均处于平衡状态
 - 图丁:以地球为参考系,飞船与核心舱的组合体绕地球一周,平均速度为零
2. 图中的虚线为真空中两个半径相同的带电金属球体之间的部分电场线示意图,电场线关于两球心连线的垂直平分线 OO' 对称, a 和 a' 、 b 和 b' 分别关于 OO' 对称。下列说法正确的是
- 两个金属球一定带同种电荷
 - a 、 a' 两点的电场强度相同
 - b 、 b' 两点的电场强度相同
 - 将一带电荷量为 q 的负电荷从 a 移动到 a' ,电场力不做功



3. 如图所示,光滑水平地面上的斜面体在水平向左的外力作用下,将光滑圆球抵在光滑竖直的墙壁上,现使斜面体缓慢向右运动,在圆球与地面接触之前,下列说法正确的是
- 圆球对竖直墙壁的压力逐渐变大
 - 圆球对斜面体的压力保持不变
 - 斜面体对地面的压力逐渐变大
 - 水平外力逐渐变小



4. 如图甲所示,一个质量为1 kg的物体静止在水平地面上,物体与水平地面间的动摩擦因数为0.5, $t=0$ 时刻对物体施加一个水平向左、大小恒为8 N的力 F_1 ,同时在竖直方向施加一竖直

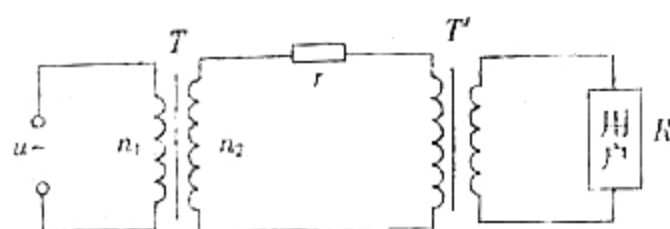
向下的力 F_2 ，力 F_2 的大小随时间变化的关系如图乙所示，取重力加速度大小为 10 m/s^2 ，则下列说法正确的是

- A. $0 \sim 2 \text{ s}$ 内物体的加速度大小为 3 m/s^2
- B. $0 \sim 5 \text{ s}$ 内物体运动的最大速度为 6 m/s
- C. $0 \sim 4 \text{ s}$ 内物体的平均速度大小为 4 m/s
- D. $0 \sim 5 \text{ s}$ 内物体的位移大小为 8 m



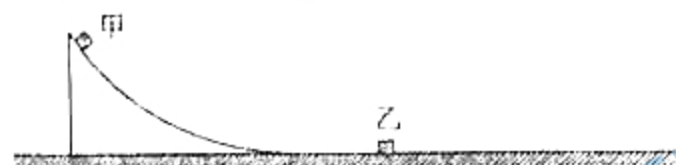
5. 远距离输电示意图如图所示，两变压器均为理想变压器，升压变压器 T 的原、副线圈的匝数分别为 n_1 、 n_2 。在 T 的原线圈两端接入一电压 $u = U_m \cos \omega t$ 的交流电源，已知升压变压器 T 的原线圈输入的总电功率为 P ，输电线的总电阻为 r ，不考虑其他因素的影响，则用户消耗的电功率为

- A. $P - 2(\frac{Pn_1}{U_m n_2})^2 r$
- B. $P - (\frac{Pn_1}{U_m n_2})^2 r$
- C. $2(\frac{Pn_1}{U_m n_2})^2 r$
- D. $4(\frac{Pn_1}{U_m n_2})^2 r$



6. 如图所示，在足够长的水平轨道左侧放置一个质量为 $2m$ 的圆弧形斜面，右侧放置一个质量为 $3m$ 的滑块乙，另一质量为 m 的滑块甲从圆弧上某处由静止滑下后，与滑块乙发生碰撞，整个过程无机械能损失，最终三者的速度大小分别记为 $v_{斜}$ 、 $v_{甲}$ 、 $v_{乙}$ ，则下列判断正确的是

- A. $v_{斜} < v_{甲} < v_{乙}$
- B. $v_{斜} > v_{甲} > v_{乙}$
- C. $v_{斜} = v_{甲} < v_{乙}$
- D. $v_{斜} = v_{甲} = v_{乙}$

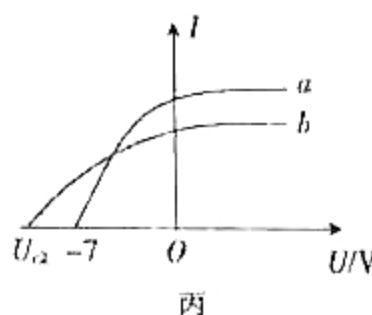
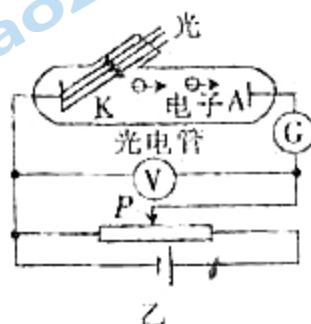
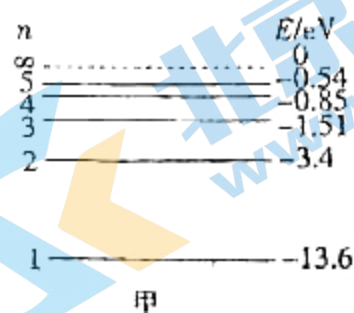


7. 2021 年 2 月 24 日，我国“天问一号”火星探测器成功实施第三次环火制动，先在高度为 h_1 、周期为 T_1 的停泊轨道上做匀速圆周运动，之后又下降到高度为 h_2 、周期为 T_2 的轨道上运行，为择机着陆做准备。已知引力常量为 G ，根据以上信息，可以推导出的物理量有

- A. 火星的第一宇宙速度
- B. 火星表面的重力加速度
- C. 探测器在高度为 h_1 的轨道上的向心力
- D. 探测器在高度为 h_2 的轨道上的向心加速度

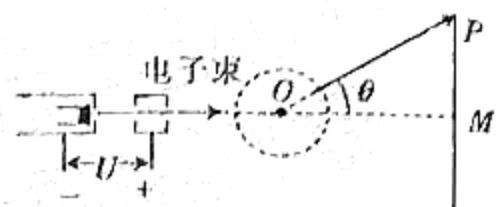


8. 氢原子的能级图如图甲所示，一群处于 $n=3$ 的激发态的氢原子自发跃迁，辐射出的光子中仅有 a 、 b 两种光能使图乙中的光电管电路产生光电流，测量得到的光电流 I 与电压 U 的关系曲线如图丙所示。元电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 。则下列说法正确的是



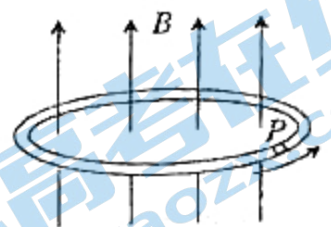
- A. 这群氢原子自发跃迁时最多能辐射出 4 种不同的光子
 B. a 光产生的光电子的最大初动能为 $1.12 \times 10^{-18} \text{ J}$
 C. 光电管阴极 K 的逸出功为 3.2 eV
 D. b 光的反向遏止电压为 9.88 V

9. 电视机显像管应用电子束磁偏转的原理如图所示, 电子枪产生的电子由静止经加速电场加速后进入磁感应强度大小为 B 、半径为 R 的圆形匀强磁场中, 经磁场偏转后打在荧光屏上产生亮点 P 。已知电子的质量为 m 、电荷量为 e , 电子正对磁场的圆心射入, 通过磁场后的偏转角为 θ , 圆心 O 与屏上 M 点的间距为 s , 则下列说法正确的是



- A. 电子打在荧光屏上的偏移量为 $s \tan \frac{\theta}{2}$
 B. 电子进入磁场时的速度大小为 $\frac{eBR}{m \tan \frac{\theta}{2}}$
 C. 电子在圆形磁场中运动的轨迹长度为 $\frac{\theta R}{\tan \theta}$
 D. 电子枪两端加速电场的电压为 $\frac{eB^2 R^2}{2m \tan^2 \frac{\theta}{2}}$

10. 如图所示, 水平放置、半径为 r 的环形光滑玻璃圆管内, 放置一直径略小于管口径 (远远小于 r) 的质量为 m 、电荷量为 q 的带负电小球 P 。现在圆环区域内加上竖直向上的匀强磁场, 当磁感应强度均匀变化时, 在玻璃圆管内产生电场强度大小处处相等的感生电场 (电场线闭合的涡旋电场), 原来静止的小球 P 将沿图示方向在管内做圆周运动, 运动第一周用时为 t , 小球可看作点电荷且电荷量保持不变。则下列说法正确的是



- A. 圆环区域内竖直向上的匀强磁场一定在均匀增大
 B. 玻璃圆管内感生电场的电场强度大小为 $\frac{2\pi r m}{t^2 q}$
 C. 匀强磁场的磁感应强度随时间的变化率为 $\frac{8\pi m}{t^2 q}$
 D. 小球第 4 次回到出发点时的速度大小为 $\frac{8\pi r}{t}$

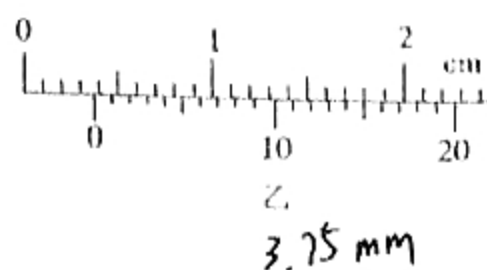
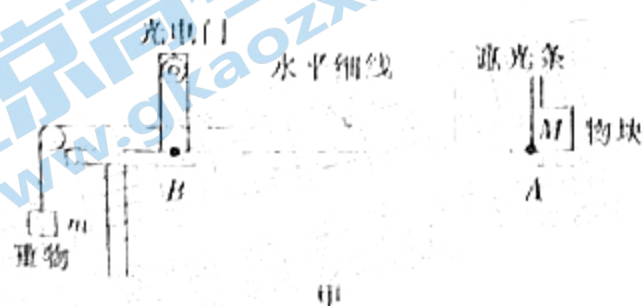
第 II 卷 (非选择题 共 60 分)

二、非选择题: 包括必考题和选考题两部分。第 11~14 题为必考题, 每道试题考生都必须作答。

第 15~16 题为选考题, 考生根据要求作答。

(一) 必考题: 共 45 分。

11. (6 分) 某同学利用图甲所示装置测量物块与水平桌面间的动摩擦因数。



(1)除图甲、乙仪器和刻度尺外,还需要的器材是_____;

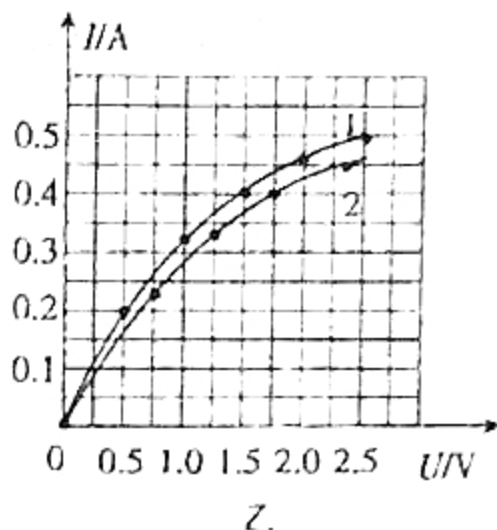
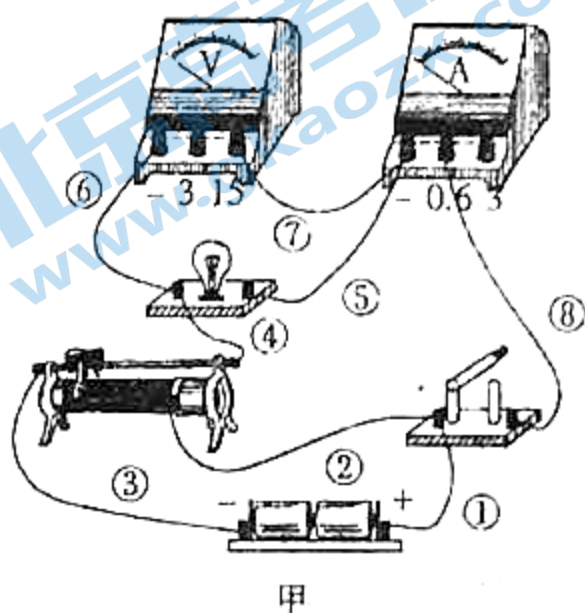
- A. 天平
- B. 秒表
- C. 弹簧测力计

(2)用游标卡尺测量遮光条的宽度 d 如图乙所示,则 $d=$ _____cm;

(3)将物块从 A 点由静止释放,用数字毫秒计测得遮光条通过 B 点光电门的时间 $\Delta t=6.25\text{ ms}$, A 、 B 两点间的距离 $s=90.00\text{ cm}$,则物块通过光电门的速度大小 $v=$ _____m/s,物块运动的加速度大小 $a=$ _____m/s²; (结果均保留两位有效数字)

(4)若物块和遮光条的总质量为 M ,重物的质量为 m ,物块的加速度大小为 a ,重力加速度大小为 g ,则物块与水平桌面间的动摩擦因数 $\mu=$ _____。

12. (9分)小贾欲“测绘额定电压为 2.5 V 小灯泡的伏安特性曲线”。



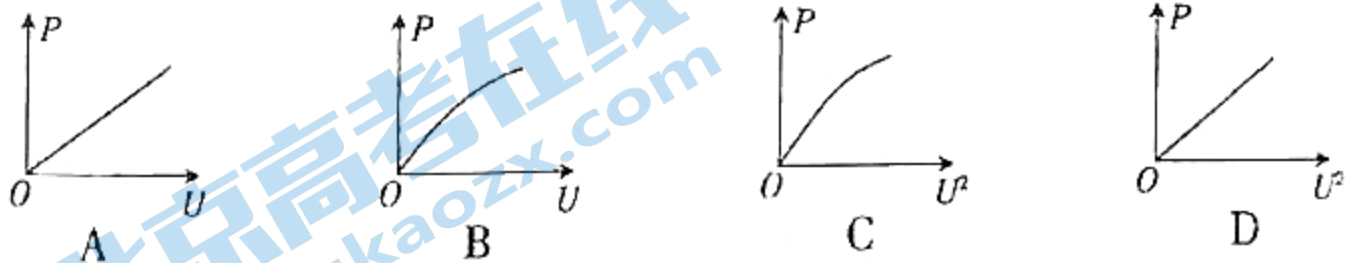
(1)若小贾连接的实物图如图甲所示,则必须调整导线_____ (填图中数字编号)才能完成实验;

(2)正确连线后闭合开关,将滑动变阻器的滑片向一端移动时,发现小灯泡始终不亮,电流表的示数几乎为零,电压表的示数逐渐增大,则电路的故障可能为_____;

- A. 小灯泡短路
- B. 小灯泡断路
- C. 电流表断路
- D. 滑动变阻器断路

(3)排除故障后,小贾分别用电流表内接和外接法测得多组 (I, U) 数据,并在图像中描绘出图乙所示的两图线,则该小灯泡正常发光时的电阻为_____ Ω (结果保留两位有效数字);

(4)若小灯泡的功率为 P ,两端电压为 U ,则以下相关图像可能正确的是_____。

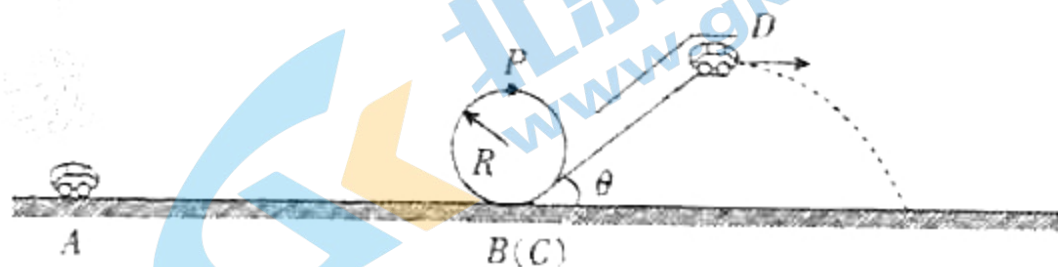


13. (12分)某遥控赛车轨道如图所示,赛车从起点 A 出发,沿摆放在水平地面上长度 $s=5\text{ m}$ 的直线轨道 AB 运动,从 B 点进入光滑固定竖直圆轨道,经过一个完整的圆周后进入长度可调、倾角 $\theta=37^\circ$ 的固定斜直轨道 CD ,最后在 D 点速度方向变为水平后开始做平抛运动。已知赛车的质量 $m=200\text{ g}$,通电后赛车以恒定功率 $P=1.6\text{ W}$ 工作,要使赛车能沿圆轨道做完整的圆周运动,至少需通电 $t=1.5\text{ s}$,赛车在轨道 AB 、 CD 段运动时受到的阻力恒为车重的 $\frac{1}{5}$,赛

车经过轨道中 C 、 D 两点时的速度大小不变,取重力加速度大小 $g=10\text{ m/s}^2$, $\sin 37^\circ=0.6$ 。

(1)求光滑竖直圆轨道的半径 R ;

(2)已知赛车在水平轨道 AB 上运动时一直处于通电状态且最后阶段以恒定速率运动,进入圆轨道后关闭电源,调节 CD 轨道的长度,求赛车从 D 点飞出后做平抛运动的最大水平位移 $x_{\max}$ 。

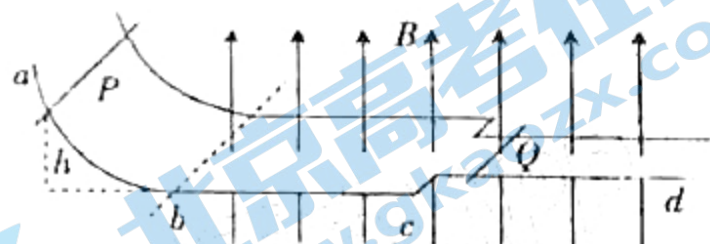


14. (18分) 如图所示,固定光滑平行轨道 $abcd$ 的水平部分处于磁感应强度大小为 B 、方向竖直向上的匀强磁场中, bc 段轨道宽度为 $2d$, cd 段轨道宽度为 d , bc 段轨道和 cd 段轨道均足够长,将质量分别为 $2m$ 、 m ,有效电阻分别为 $2R$ 、 R 的金属棒 P 和 Q 分别置于轨道上的 ab 段和 cd 段,且均与轨道垂直,金属棒 Q 原来处于静止状态。现让金属棒 P 从距水平轨道高为 h 处无初速度释放,两金属棒运动过程中始终与导轨接触良好且与导轨垂直,不计其他电阻及空气阻力,重力加速度大小为 g ,求:

(1)金属棒 Q 的最大加速度 a_m ;

(2)回路中产生的总焦耳热 $Q_{\text{总}}$;

(3)两金属棒距离最近时两导轨间的电压 U 。



(二)选考题:共 15 分。请考生从 2 道题中任选一题作答,并用 2B 铅笔将答题卡上所选题目对应的题号右侧方框涂黑,按所涂题号进行评分;多涂、多答,按所涂的首题进行评分;不涂,按本选考题的首题进行评分。

15. [选修 3-3](15 分)

(1)(5 分)下列说法正确的是_____。(填正确答案标号。选对 1 个得 2 分,选对 2 个得 4 分,选对 3 个得 5 分。每选错 1 个扣 3 分,最低得分为 0 分)

A. 某气体的摩尔体积为 V ,阿伏加德罗常数为 N_A ,则每个分子的体积可表示为 $V_0 = \frac{V}{N_A}$

B. 当分子力表现为引力时,分子势能随分子间距离的减小而减小

- C. 晶体在熔化过程中吸收热量,内能增加,但其分子平均动能保持不变
D. 如果两个系统均与第三个系统处于热平衡状态,那么这两个系统的温度一定相等
E. 在热传递中,热量可以从高温物体传递给低温物体,也可以自发从低温物体传递给高温物体

(2)(10分)如图所示,竖直放置、开口向上的足够长的粗细均匀的试管,用长度 $h=4\text{ cm}$ 的水银柱将一定质量的理想气体封闭在管内。当气体的热力学温度 $T_1=300\text{ K}$ 时,气柱长 $L_1=19\text{ cm}$,大气压强恒为 $p_0=76\text{ cmHg}$ 。现把试管顺时针缓慢旋转至水平,假设该过程中气体的温度不变。

(i)求试管水平放置时管内气柱的长度 L_2 ;

(ii)继续顺时针缓慢旋转试管,使试管开口向下竖直放置,然后缓慢降低气体的温度,使气柱的长度回到 19 cm ,求气体需要降低的温度 ΔT 。



16. [选修3-4](15分)

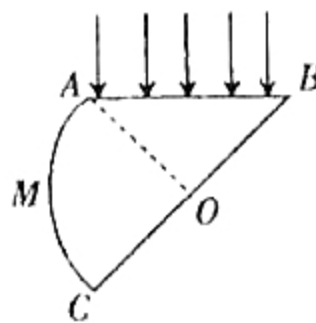
(1)(5分)下列说法正确的是_____。(填正确答案标号。选对1个得2分,选对2个得4分,选对3个得5分。每选错1个扣3分,最低得分为0分)

- A. 若宇航员把摆钟由地球搬到月球表面,摆钟会变慢
B. 做简谐运动的弹簧振子,当它每次经过同一位置时,加速度与速度一定相同
C. 机械波在介质中的传播速度仅由介质本身的性质决定,而与机械波的频率无关
D. 卫星遥感技术是利用红外线探测器接收物体发出的红外线来探测被测物体的特征的
E. 交通警察向远离警车的车辆发送频率为 f 的超声波,测得返回警车的超声波频率将大于 f

(2)(10分)某玻璃砖的截面如图所示,AC的连线与AB垂直,AB长为 d , $\angle ABC=45^\circ$,弧AMC的圆心O为BC边的中点。若一束宽度为 d 的平行光从AB边垂直射入玻璃砖,恰好在BC界面发生全反射后,全部从弧AMC界面射出(不考虑光在弧AMC界面的二次反射),真空中的光速为 c ,求:

(i)玻璃砖的折射率 n ;

(ii)光在玻璃砖内传播的最长时间 $t_{\max}$ 。



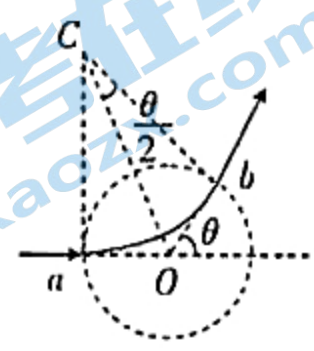
高三物理试题参考答案

1. D 【解析】本题考查质点、超重、平衡状态、平均速度等概念,目的是考查学生的理解能力。神舟飞船与“天和”核心舱对接过程,均不可视为质点,选项 A 错误;载人飞船加速上升过程,3 名航天员处于超重状态,选项 B 错误;3 名航天员环绕地球做圆周运动过程中,万有引力提供向心力,均处于非平衡状态,选项 C 错误;飞船与核心舱的组合体绕地球一周,位移为零,平均速度为零,选项 D 正确。
2. C 【解析】本题考查静电场的性质,目的是考查学生的理解能力。根据图中部分电场线分布图可知,两个带电金属球一定带异种电荷,选项 A 错误;两个带电金属球之间的电场与点电荷之间的电场类似,类比可知,两球连线的垂直平分线是电势为零的等势线, a 、 a' 两点的电场强度大小相等,方向不同, b 、 b' 两点的电场强度相同,选项 B 错误、C 正确;若左侧的金属球带负电,则将一带电荷量为 q 的负电荷从 a 移动到 a' ,电场力做正功,反之电场力做负功,选项 D 错误。
3. B 【解析】本题考查动态平衡,目的是考查学生的推理能力。对圆球受力分析可得:圆球受自身重力、斜面体对圆球的支持力、墙壁对圆球的弹力,斜面体缓慢向右运动,三个力构成的三角形不变,根据牛顿第三定律知,选项 A 错误、B 正确;对整体受力分析得,地面对斜面体的支持力与整体受到的重力大小相等,水平向左的外力与墙壁对圆球的弹力大小相等,即斜面体对地面的压力保持不变,水平外力也不变,选项 C、D 均错误。
4. D 【解析】本题考查牛顿运动定律的应用,目的是考查学生的推理能力。在 $0 \sim 2$ s 内,物体在竖直方向: $F_{N1} = mg + F_2$,水平方向: $F_1 - F_{N1} = ma_1$,得物体的加速度大小 $a_1 = 2 \text{ m/s}^2$,选项 A 错误;在 2 s 之后,竖直方向: $F_{N2} - mg = F_2'$,水平方向: $F_{N2} - F_1 = ma_2$,得物体减速阶段的加速度大小 $a_2 = 2 \text{ m/s}^2$,所以物体先做匀加速直线运动后做匀减速直线运动;2 s 时物体的速度最大, $v = a_1 t = 4 \text{ m/s}$,选项 B 错误;由运动学知识可得 4 s 后物体停止运动,物体的位移大小 $x = \frac{1}{2} a_1 t^2 + \frac{1}{2} a_2 t^2 = 8 \text{ m}$,由平均速度的定义可得: $\bar{v} = \frac{x}{t} = 2 \text{ m/s}$,选项 C 错误、D 正确。
5. A 【解析】本题考查交变电流,目的是考查学生的推理能力。升压变压器原线圈输入电压的最大值为 U_m ,有效值 $U_1 = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$,根据变压器的变压比 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ 可知副线圈电压 $U_2 = \frac{U_m n_2}{\sqrt{2} n_1}$;输电电流 $I = \frac{P}{U_2} = \frac{\sqrt{2} n_1 P}{U_m n_2}$,输电线上损失的电功率 $P_{\text{损}} = I^2 r = 2 \left(\frac{P n_1}{U_m n_2} \right)^2 r$;用户消耗的功率 $P_r = P - P_{\text{损}} = P - 2 \left(\frac{P n_1}{U_m n_2} \right)^2 r$,选项 A 正确。
6. D 【解析】本题考查动量守恒定律、机械能守恒定律,目的是考查学生的分析综合能力。设滑块甲从圆弧上高度为 h 处由静止滑到底端时,滑块甲的速度为 v_1 ,圆弧形斜面的速度为 v_0 ,取向右为正方向,此过程中系统在水平方向上动量守恒有: $2mv_0 + mv_1 = 0$,机械能守恒有: $mg \cdot \frac{2}{3} \times 2mv_0^2 + \frac{1}{2}mv_1^2$,解得 $v_0 = -\sqrt{\frac{gh}{3}}$,负号表示圆弧斜面的速度方向向左, $v_1 = 2\sqrt{\frac{gh}{3}}$ 。甲、乙为弹性碰撞,根据动量守恒定律有: $mv_1 = mv_1' + 3mv_2$,根据机械能守恒定律有: $\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2} \times 3mv_2^2$,解得 $v_1' = -\frac{1}{3}v_1$,负号表示滑块甲的速度方向向左, $v_2 = \sqrt{\frac{gh}{3}}$ 。由此可知三者不会发生二次碰撞,最终速度大小相等,选项 D 正确。
7. ABD 【解析】本题考查万有引力定律、人造卫星、宇宙速度等概念与规律,目的是考查学生的推理能力。设火星的质量为 M ,半径为 R ,探测器环绕火星做圆周运动,由万有引力提供向心力得: $G \frac{Mm}{(R+h_1)^2} = m \frac{4\pi^2}{T_1^2} (R+h_1)$, $G \frac{Mm}{(R+h_2)^2} = m \frac{4\pi^2}{T_2^2} (R+h_2)$,可解得 M 、 R 的数值;由 $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$ 得第一宇宙速度 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$;由 $G \frac{Mm}{R^2} = mg$ 得火星表面的重力加速度 $g = \frac{GM}{R^2}$;因探测器的质量 m 未知,探测器在高度为 h_1 轨道上的向心力 $F = G \frac{Mm}{(R+h_1)^2} = m \frac{4\pi^2}{T_1^2} (R+h_1)$ 不能求解;探测器在高度为 h_2 轨道上的向心加速度 $a_2 = \frac{4\pi^2}{T_2^2} (R+h_2)$ 可以求解;故选项 C 错误,选项 A、B、D 均正确。
8. BC 【解析】本题考查原子跃迁、光电效应等规律,目的是考查学生的推理能力。一群处于 $n=3$ 的激发态的氢原子自发跃迁,根据 $C_3^2=3$ 知最多能辐射出 3 种频率不同的光,选项 A 错误;由 $I-U$ 图像可知, a 光产生的光电子的遏止电压 $U_{c1} = 7 \text{ V}$,由 $E_k = eU_c$ 得 a 光的光电子的最大初动能 $E_{k1} = 7 \text{ eV} = 1.12 \times 10^{-18} \text{ J}$,选项 B 正确;因 a 光产生的光电子的遏止电压较小,由 $E_k = h\nu - W_0 = eU_c$ 可知 a 光光子的能量较小, a 光是氢原子从 $n=2$ 跃迁到 $n=1$ 时辐射的光, $E_a = -3.4 \text{ eV} - (-13.6) \text{ eV} = 10.2 \text{ eV}$,光电管阴极 K 的逸出功 $W_0 = E_a - E_{k1} = 10.2 \text{ eV} - 7 \text{ eV} = 3.2 \text{ eV}$,选项 C 正确; b 光是氢原子从 $n=3$ 跃迁到 $n=1$ 时辐射的光, $E_b =$

$-1.51 \text{ eV} - (-13.6) \text{ eV} = 12.09 \text{ eV}$, b 光的光电子的最大初动能 $E_k = E_b - W_0 = 12.09 \text{ eV} - 3.2 \text{ eV} = 8.89 \text{ eV}$, b 光产生的光电子的遏止电压 $U_{c2} = -8.89 \text{ V}$, 选项 D 错误。

9. BD 【解析】本题考查带电粒子在电场、磁场中的运动, 目的是考查学生的分析综合能力。电子离开圆形磁场后的轨迹的反向延长线通过圆心, 得电子打在荧光屏上的偏移量

$|PM| = r \tan \theta$, 选项 A 错误; 电子通过圆形磁场的轨迹如图所示, 则有 $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{R}{r}$, 得电子做圆周运动的半径 $r = \frac{R}{\tan \frac{\theta}{2}}$, 结合 $r = \frac{mv}{Be}$, 解得电子进入磁场时的速度大小 $v = \frac{eBR}{m \tan \frac{\theta}{2}}$ 。



选项 B 正确; 电子通过圆形磁场的时间 $t = \frac{\theta}{2\pi} T = \frac{\theta}{2\pi} \times \frac{2\pi m}{Be} = \frac{\theta m}{Be}$, 轨迹长度 $l = vt = \frac{\theta R}{\tan \frac{\theta}{2}}$, 选项 C 错误; 电子

在加速电场中, 由动能定理得 $eU = \frac{1}{2}mv^2$, 解得 $U = \frac{eB^2 R^2}{2m \tan^2 \frac{\theta}{2}}$, 选项 D 正确。

10. ACD 【解析】本题考查感生电场、牛顿第二定律、等效匀变速运动等规律, 目的是考查学生的分析综合能力。小球带负电且沿逆时针运动, 说明感生电场的方向为顺时针, 玻璃圆环内感应电流的方向与感生电场的方向相同, 由楞次定律知, 选项 A 正确; 因磁感应强度 B 均匀变化, 感应电动势恒定, 感生电场的电场强度大小恒定, 小球受到的电场力大小恒定, 圆周运动的切向加速度大小恒定, 则有 $2\pi r = \frac{1}{2}at^2$, 加速度 $a = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m}$, 解得: $a = \frac{4\pi r}{t^2}$, $E = \frac{4\pi r m}{t^2}$, 选项 B 错误; 由法拉第电磁感应定律得感应电动势 $E_0 = S \frac{\Delta B}{\Delta t} = \pi r^2 \frac{\Delta B}{\Delta t}$,

管内感生电场的电场强度大小 $E = \frac{E_0}{2\pi r}$, 解得 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{8\pi m}{t^2 q}$, 选项 C 正确; 小球沿圆环转 4 圈的过程有 $v^2 = 2a \times 4 \times 2\pi r$, 解得小球第 4 次回到出发点时的速度大小 $v = \frac{8\pi r}{t}$, 选项 D 正确。

11. (1) A (1 分)

(2) 0.375 (1 分)

(3) 0.60 (1 分) 0.20 (1 分)

(4) $\frac{mg - (M+m)a}{Mg}$ (2 分)

【解析】本题考查游标卡尺读数、匀变速直线运动、牛顿第二定律等相关实验与规律, 目的是考查学生的实验能力。

(1) 需要天平测量物块与重物的质量;

(2) $d = 3 \text{ mm} + 15 \times 0.05 \text{ mm} = 3.75 \text{ mm} = 0.375 \text{ cm}$;

(3) 物块通过光电门时的速度大小 $v = \frac{d}{\Delta t} = 0.60 \text{ m/s}$, 物块的加速度大小 $a = \frac{v^2}{2s} = 0.20 \text{ m/s}^2$;

(4) 以物块和遮光条及重物整体为研究对象, 由牛顿第二定律可得方程: $mg - \mu Mg = (M+m)a$, 解得物块与水平桌面间的动摩擦因数 $\mu = \frac{mg - (M+m)a}{Mg}$ 。

12. (1) ②③⑦ (3 分)

(2) B (2 分)

(3) 5.0 (4.9~5.1 均给分) (2 分)

(4) C (2 分)

【解析】本题考查“测绘小灯泡的伏安特性曲线”实验, 目的是考查学生的实验能力。

(1) 本实验要求电压与电流从零开始增大, 滑动变阻器采用分压接法, ③接错, ③上端应接到变阻器下端的左接线柱上; ②接错, 开关应接在干路上, ②应接到开关的另一端; ⑦接错, 电流表应采用外接法, ⑦应接到 3 V 量程上, 故需要重新调整的导线为 ②③⑦;

(2) 若灯泡短路, 电流表的示数较大; 若电流表和滑动变阻器断路, 则电压表的示数为 0, 现在电流表的示数几乎为零, 电压表的示数逐渐增大, 可知灯泡可能断路。故选 B;

(3) 本实验应采用电流表外接法, 此时电流表测量的是电压表和小灯泡的总电流, 此时电流表的示数偏大些, 画出的 $I-U$ 图像应该为图乙中的图线 1; 故当小灯泡电压 $U = 2.50 \text{ V}$ 时, 电流 $I = 0.50 \text{ A}$, 电阻 $R = 5.0 \Omega$ 。

(4) 小灯泡电压增大, 通过的电流、电功率、电阻均增大。由 $P = UI$ 知, 比值 $\frac{P}{U} = I$ 不断增大, $P-U$ 图线向上偏, 选项 A、B 均错误; 由 $P = \frac{U^2}{R}$ 知, 比值 $\frac{P}{U^2} = \frac{1}{R}$ 不断减小, $P-U^2$ 图线向下偏, 选项 C 正确、D 错误。

13.【解析】本题考查动能定理、圆周运动、平抛运动、功率等相关概念与规律，目的是考查学生应用数学解决物理问题的能力。

(1) 设赛车恰好过最高点 P 时的速度大小为 v_P ，由重力提供向心力结合动能定理得：

$$mg = m \frac{v_P^2}{R} \quad (2 \text{ 分})$$

$$Pt - 0.2 \times mgs - mg \times 2R = \frac{1}{2}mv_P^2 - 0 \quad (2 \text{ 分})$$

解得 $R = 0.08 \text{ m}$ 。 (1 分)

(2) 赛车在 AB 段最后做匀速运动，设其速度大小为 v ，设 CD 轨道的长度为 l ，赛车到达 D 点时速度大小为 v_D ，赛车从 D 点飞出后做平抛运动的水平位移大小为 x ，做平抛运动的时间为 t ，则有：

$$v = \frac{P}{0.2mg} \quad (1 \text{ 分})$$

$$-mgl \sin \theta - 0.2mgl = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$l \sin \theta = \frac{1}{2}gt^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$x = v_D t \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } x = \frac{4}{5} \sqrt{3(1-l)l} \quad (1 \text{ 分})$$

由数学知识可得，当 $l = 0.5 \text{ m}$ 时， x 最大，最大值 $x_{\max} = \frac{2\sqrt{3}}{5} \text{ m}$ 。 (2 分)

14.【解析】本题考查牛顿运动定律、能量守恒定律及电磁感应定律，目的是考查学生的分析综合能力。

(1) 金属棒 P 下滑到刚进入磁场时，速度最大，感应电动势最大，金属棒 Q 受到的安培力最大，设金属棒 P 刚进入磁场时的速度大小为 v_0 ，此时回路中的感应电动势为 E_m ，感应电流为 I_m ，则有：

$$2mgh = \frac{1}{2} \times 2mv_0^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$E_m = B \times 2dv_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$I_m = \frac{E}{2R + R} \quad (1 \text{ 分})$$

$$F_m = BI_m d \quad (1 \text{ 分})$$

$$F_m = ma_m \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } a_m = \frac{2B^2 d^2 \sqrt{2gh}}{3mR} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 金属棒 P 进入水平轨道后在安培力作用下做减速运动，金属棒 Q 做加速运动，直到两金属棒产生的电动势等大、反向，回路中的电流为零，最终两金属棒都做匀速运动，设两金属棒匀速运动时的速度大小分别为 v_P 、 v_Q ，这个过程中通过两棒的电荷量为 q ，则有：

$$B \times 2dv_P = Bd v_Q \quad (1 \text{ 分})$$

$$B \times 2dq = 2mv_0 - 2mv_P \quad (1 \text{ 分})$$

$$B \times dq = mv_Q - 0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$Q_{\text{焦}} = 2mgh - \frac{1}{2} \times 2mv_P^2 - \frac{1}{2}mv_Q^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } Q_{\text{焦}} = \frac{4}{3}mgh \quad (2 \text{ 分})$$

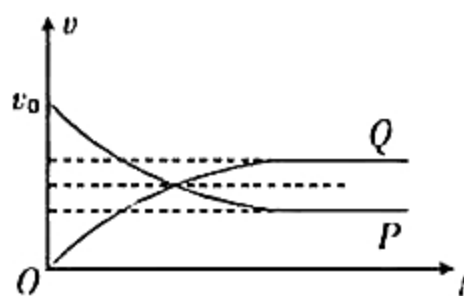
(3) 因通过两金属棒的电流始终相等，根据两金属棒的长度、质量关系可知，两金属棒的加速度大小始终相等。运动过程中的 $v-t$ 图像如图所示，两图线关于中间虚线对称，显然两图线的交点的纵坐标为 $\frac{v_0}{2}$ ，而两金属棒速度大小相等时距离最近，设此时金属棒 P 产生的电动势为 E ，金属棒 Q 产生的反电动势为 E' ，回路中的感应电流为 I ，则有：

$$E = B \times 2d \times \frac{v_0}{2} \quad (1 \text{ 分})$$

$$E' = Bd \times \frac{v_0}{2} \quad (1 \text{ 分})$$

$$I = \frac{E - E'}{3R} \quad (1 \text{ 分})$$

$$U = E - I \times 2R \quad (1 \text{ 分})$$



解得 $U = \frac{2Bd\sqrt{2gh}}{3}$ 。(2分)

15. [选修 3-3]

(1)BCD (5分)

【解析】本题考查分子动理论、内能、热力学第零定律、热力学第二定律相关规律,目的是考查学生的理解能力。由于气体分子间距离较大,摩尔体积与阿伏加德罗常数的比值不等于分子的体积,选项 A 错误;当分子间距大于平衡间距时,即 $r > r_0$ 时,分子力表现为引力,且随分子间距的减小,分子力做正功,因此分子势能减小,选项 B 正确;晶体有固定的熔点,晶体熔化过程中吸收热量,内能增加,温度不变,其分子平均动能不变,选项 C 正确;根据热力学第零定律可知,如果两个系统均与第三个系统处于热平衡状态,那么这两个系统的温度一定相等,选项 D 正确;根据热力学第二定律可知,凡与热现象有关的宏观过程都具有方向性,在热传递中,热量能自发从高温物体传递给低温物体,不能自发从低温物体传递给高温物体,选项 E 错误。

(2)【解析】本题考查气体压强、等温与等容变化等概念及规律,目的是考查学生的推理能力。

(i)依题意得:

开始时管内气柱压强 $p_1 = p_0 + 4 \text{ cmHg} = 80 \text{ cmHg}$ (1分)

水平放置时管内气柱压强 $p_2 = p_0 = 76 \text{ cmHg}$ (1分)

设试管的横截面积为 S ,根据等温变化有:

$p_1 L_1 S = p_2 L_2 S$ (2分)

解得 $L_2 = 20 \text{ cm}$ 。(1分)

(ii)试管开口向下竖直放置时管内气柱压强 $p_3 = p_0 - 4 \text{ cmHg} = 72 \text{ cmHg}$ (1分)

设气柱的长度回到 19 cm 时的温度为 T_3 ,根据等容变化有:

$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_3}{T_3}$ (2分)

$\Delta T = T_1 - T_3$ (1分)

解得 $\Delta T = 30 \text{ K}$ 。(1分)

16. [选修 3-4]

(1)ACD (5分)

【解析】本题考查单摆、振子、机械波、电磁波谱、多普勒效应等概念与规律,目的是考查学生的理解能力。根据单摆周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$,由于月球表面的重力加速度小于地球表面的重力加速度,故把同一个摆钟由地球搬到月球,则摆钟摆动周期会变长,选项 A 正确;做简谐运动的物体,当它每次经过同一位置时,位移相同,加速度相同,速度有来回两个不同方向,故速度不一定相同,选项 B 错误;机械波在介质中的传播速度由介质本身的性质决定,与波的频率无关,选项 C 正确;卫星遥感技术是利用红外线探测器接收物体发出的红外线来探测被测物体的特征的,选项 D 正确;根据多普勒效应,交通警察向远离警车的车辆发送频率为 f 的超声波,测得返回警车的超声波频率将小于 f ,选项 E 错误。

(2)【解析】本题考查光的折射定律、全反射、光的传播及其相关知识点,目的是考查学生的推理能力。

(i)垂直于 AB 边射入的光恰好在 BC 界面发生全反射,可知光从玻璃射向空气的临界角为 45° ,则有:

$\sin 45^\circ = \frac{1}{n}$ (2分)

解得 $n = \sqrt{2}$ 。(2分)

(ii)如图所示,可以证明射向圆心 O 的光线在玻璃砖中传播的光程最长 (2分)

设经过圆心 O 的光线在玻璃中的光程为 x ,光线在玻璃中的传播速度为 v ,则有:

$x = \frac{1+\sqrt{2}}{2}d$ (1分)

$v = \frac{c}{n}$ (1分)

$t_{\max} = \frac{x}{v}$ (1分)

解得 $t_{\max} = \frac{(2+\sqrt{2})d}{2c}$ 。(1分)

