

理科综合能力测试

2019. 06

本试卷共 17 页, 38 题 (含选考题)。全卷满分 300 分。考试用时 150 分钟。

注意事项:

1. 答卷前, 先将自己的姓名、准考证号填写在试卷和答题纸上。
2. 选择题的作答: 每小题选出答案后, 用 2B 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。
3. 非选择题的作答: 用黑色签字笔直接答在答题卡上对应的答题区域内。写在试卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。
4. 选考题的作答: 先把所选题目的题号在答题卡上指定的位置用 2B 铅笔涂黑。答案写在答题卡上对应的答题区域内, 写在试卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12 O 16 S 32 Cl 35.5 Cu 64

第 I 卷 (共 126 分)

D. 当滴定至三种溶液 pH 相同时, 消耗 NaOH 的物质的量: $\text{NH}_4\text{Cl} > \text{KH}_2\text{PO}_4 > \text{CH}_3\text{COOH}$

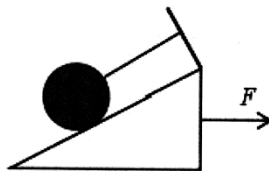
二、选择题: 本题共 8 小题, 每小题 6 分, 共 48 分。在每小题给出的四个选项中, 第 14—17 题只有一项符合题目要求, 第 18—21 题有多项符合题目要求。全部选对得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的或不答得 0 分。

14. 1933 年至 1934 年间, 约里奥·居里夫妇用 α 粒子轰击铝箔时, 发生的核反应方程为

${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{15}^{30}\text{P} + {}_0^1\text{n}$, 反应生成物 ${}_{15}^{30}\text{P}$ 像天然放射性元素一样衰变, 放出正电子 ${}_1^0\text{e}$, 且伴

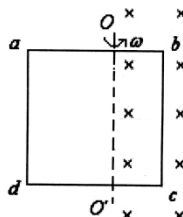
随产生中微子 ${}_Z^A\nu$, 核反应方程为 ${}_{15}^{30}\text{P} \rightarrow {}_{14}^{30}\text{Si} + {}_1^0\text{e} + {}_Z^A\nu$. 则下列说法正确的是

- A. 当温度、压强等条件变化时, 放射性元素 ${}_{15}^{30}\text{P}$ 的半衰期随之变化
 - B. 中微子的质量数 $A=0$, 电荷数 $Z=0$
 - C. 正电子产生的原因可能是核外电子转变成的
 - D. 两个质子和两个中子结合成一个 α 粒子, 则质子与中子的质量之和一定等于 α 粒子的质量
15. 如图所示, 在放置在水平地面上的斜面上, 一光滑球被平行于斜面的轻绳系住。斜面体在外力作用下由静止向右做加速度不断增大的直线运动的一小段时间内, 关于球所受到的轻绳拉力 T 和斜面支持力 N 的说法中正确的是
- A. T 和 N 都逐渐增大
 - B. T 和 N 都逐渐减小
 - C. T 和 N 的合力保持不变
 - D. T 和 N 的合力逐渐增大



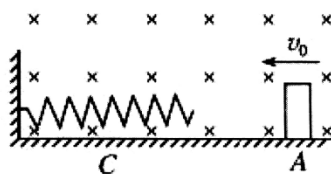
16. 如图所示, 正方形线圈 $abcd$ 的边长 $L=0.3\text{m}$, 线圈电阻为 $R=1\Omega$. 直线 OO' 与 ad 边相距 $2L/3$, 过 OO' 且垂直纸面的竖直平面右侧有磁感应强度 $B=1\text{T}$ 的匀强磁场, 方向垂直纸面向里。线圈以 OO' 为轴匀速转动, 角速度 $\omega=20\text{rad/s}$, 以图示位置为计时起点。则

- A. 线圈中产生的交流电瞬时值表达式为 $u=0.6\cos 20t$
- B. 流过 ab 边的电流方向保持不变
- C. 当 $t=\pi/20\text{s}$ 时, 穿过线圈的磁通量为 0.06Wb
- D. 从 $t=0$ 到 $t=\pi/40\text{s}$, 穿过线圈磁通量的变化量大小为 0.06Wb



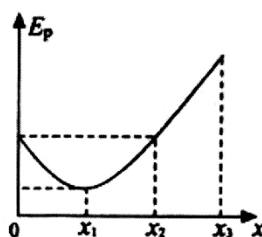
17. 如图所示, 劲度系数为 k 的轻弹簧一端固定在墙上。空间存在方向垂直纸面向里的匀强磁场, 磁感应强度大小为 B 。一个带正电的小物块(可视为质点)从 A 点以初速度 v_0 向左运动, 接触弹簧后运动到 C 点时速度恰好为零, 弹簧始终在弹性限度内。已知物块质量为 m , A 、 C 两点间距离为 L , 物块与水平面间的动摩擦因数为 μ , 重力加速度为 g 。则物块由 A 点运动到 C 点的过程中, 下列说法正确的是

- A. 小物块的加速度先不变后减小
- B. 弹簧的弹性势能增加量为 $\frac{1}{2}mv_0^2 - \mu mgL$
- C. 小物块与弹簧接触的过程中, 弹簧弹力的功率先增加后减小
- D. 小物块运动到 C 点时速度为零, 加速度也一定为零



18. 一带负电的粒子只在电场力作用下沿 x 轴正向运动, 其电势能 E_p 随位移 x 变化的关系如图所示, 其中 $0 \sim x_2$ 段是关于直线 $x = x_1$ 对称的曲线, $x_2 \sim x_3$ 段是直线, 则下列说法正确的是

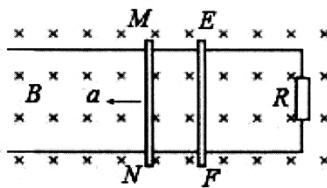
- A. x_1 处电场强度最小, 但不为零
- B. 粒子在 $0 \sim x_2$ 段做匀变速运动, $x_2 \sim x_3$ 段做匀速直线运动
- C. 在 0 、 x_1 、 x_2 、 x_3 处电势 φ_0 、 φ_1 、 φ_2 、 φ_3 的关系为 $\varphi_3 < \varphi_2 = \varphi_0 < \varphi_1$
- D. $x_2 \sim x_3$ 段的电场强度大小方向均不变, 为一定值



19. 一质量为 m 的物体静止在北极与静止在赤道对地面的压力差为 ΔN , 假设地球是质量分布均匀的球体, 半径为 R , 则下列说法正确的是(设地球表面的重力加速度为 g)

- A. 地球的自转周期为 $T = 2\pi \sqrt{\frac{mR}{\Delta N}}$
- B. 地球的自转周期为 $T = \pi \sqrt{\frac{mR}{\Delta N}}$
- C. 地球同步卫星的轨道半径为 $(\frac{mg}{\Delta N})^{\frac{1}{3}} R$
- D. 地球同步卫星的轨道半径为 $2(\frac{mg}{\Delta N})^{\frac{1}{3}} R$

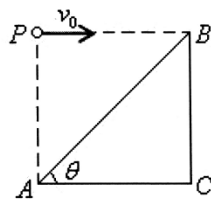
20. 如图所示, 相距为 L 的两条足够长的平行金属导轨右端连接有一定值电阻 R , 整个装置被固定在水平地面上, 整个空间存在垂直于导轨平面向下的匀强磁场, 磁感应强度大小为 B , 两根质量均为 m , 电阻都为 R , 与导轨间的动摩擦因数都为 μ 的相同金属棒 MN 、 EF 垂直放在导轨上。现在给金属棒 MN 施加一水平向左的作用力 F , 使金属棒 MN 从静止开始以加速度 a 做匀加速直线运动, 若重力加速度为 g , 导轨电阻不计, 最大静摩擦力与滑动摩擦力相等。则下列说法正确的是



- A. 从金属棒 MN 开始运动到金属棒 EF 开始运动的过程中, 两金属棒的发热量相等
- B. 从金属棒 MN 开始运动到金属棒 EF 开始运动经历的时间为 $t = \frac{3\mu mgR}{B^2 L^2 a}$
- C. 若从金属棒 MN 开始运动到金属棒 EF 开始运动经历的时间为 T , 则此过程中流过电阻 R 的电荷量为 $q = \frac{aBLT^2}{6R}$
- D. 若从金属棒 MN 开始运动到金属棒 EF 开始运动经历的时间为 T , 则金属棒 EF 开始运动时, 水平拉力 F 的瞬时功率为 $P = (ma + \mu mg)aT$

21. 如图所示, 水平地面上固定一倾角 $\theta = 45^\circ$ 的斜面体 ABC , $BC = h$, P 点位于 A 点的正上方, 并与 B 点等高。从 P 处以不同的初速度沿水平方向抛出一质量为 m 的小球。已知当地的重力加速度为 g , 小球可视为质点, 忽略空气阻力, 则

- A. 若小球恰好落在 AB 中点, 则其运动时间为 $\sqrt{\frac{h}{g}}$
- B. 若小球恰好落在 AB 中点, 则其落在斜面上时的动能为 mgh



- C. 小球落到斜面上的最小动能为 $\frac{\sqrt{5}+1}{2}mgh$
- D. 小球落到斜面上的最小动能为 $\frac{\sqrt{5}-1}{2}mgh$

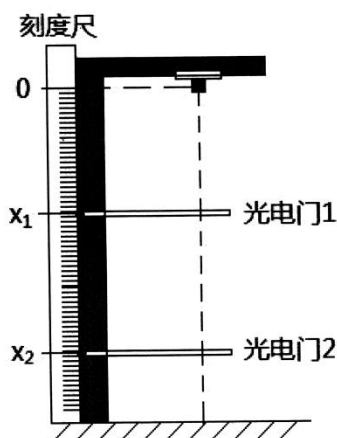
第 II 卷 (共 174 分)

三、非选择题: 本卷包括必考题和选考题两部分。第 22~32 题为必考题, 每个试题考生都必须作答。第 33~38 题为选考题, 考生根据要求作答。

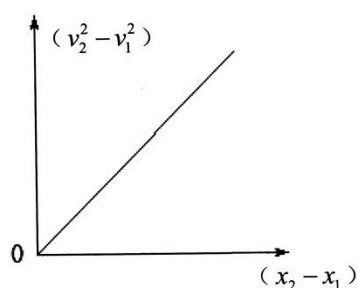
(一) 必考题

22. (7 分) 某探究小组想利用验证机械能守恒定律的装置测量当地的重力加速度, 如图甲所示。框架上装有可上下移动位置的光电门 1 和固定不动的光电门 2; 框架竖直部分紧贴一刻度尺, 零刻度线在上端, 可以测量出两个光电门到零刻度线的距离 x_1 和 x_2 ; 框架水平部分用电磁铁吸住一个质量为 m 的小铁块, 小铁块的重心所在高度恰好与刻度尺零刻度线对齐。切断电磁铁线圈中的电流时, 小铁块由静止释放, 当小铁块先后经过两个光电门时, 与光电门连接的传感器即可测算出其速度大小 v_1 和 v_2 。小组成员多

次改变光电门 1 的位置，得到多组 x_1 和 v_1 的数据，建立如图乙所示的坐标系并描点连线，得出图线的斜率为 k 。

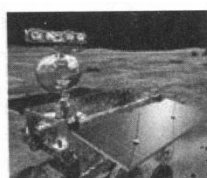


图甲

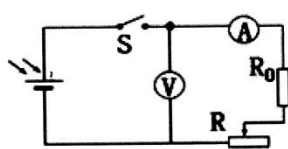


图乙

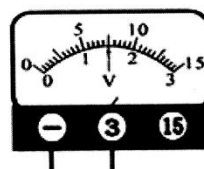
- (1) 当地的重力加速度为_____ (用 k 表示)
- (2) 若选择刻度尺零刻度线所在高度为零势能面，则小铁块经过光电门 1 时的机械能表达式为_____ (用题中已知物理量的字母表示)
- (3) 关于光电门 1 的位置，下面哪个做法可以减小重力加速度的测量误差 ()
- A. 尽量靠近刻度尺零刻度
 - B. 尽量靠近光电门 2
 - C. 既不能太靠近刻度尺零刻度，也不能太靠近光电门 2
23. (8 分) 举世瞩目的嫦娥四号，其能源供给方式实现了新的科技突破：它采用同位素温差发电与热电综合利用技术结合的方式供能，也就是用航天器两面太阳翼收集的太阳能和月球车上的同位素热源两种能源供给探测器。图甲中探测器两侧张开的是光伏发电板，光伏发电板在外太空将光能转化为电能。



图甲



图乙



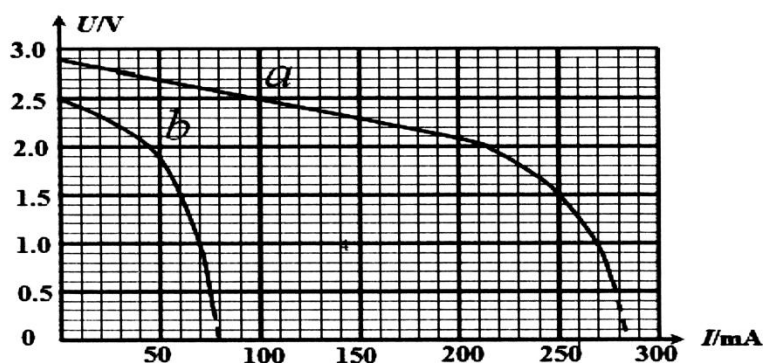
图丙

某同学利用图乙所示电路探究某光伏电池的路端电压 U 与电流 I 的关系，图中定值电阻

$R_0=5\ \Omega$ ，设相同光照强度下光伏电池的电动势不变，电压表、电流表均可视为理想电表。

(1) 实验(一)：用一定强度的光照射该电池，闭合电键 S ，调节滑动变阻器 R 的阻值，通过测量得到该电池的 $U-I$ 曲线 a (如图)。由此可知，该电源内阻是否为常数_____ (填“是”或“否”)，某时刻电压表示数如图丙所示，读数为_____V，由图象可知，此时电源电动势为_____V，电源内阻为_____ Ω 。

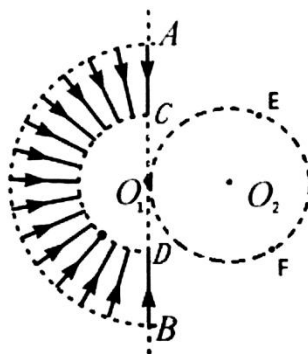
实验(二)：减小实验一光照的强度，重复实验，测得 $U-I$ 曲线 b (如图)：



(2) 在实验(一)中当滑动变阻器的电阻为_____ Ω 时路端电压为 2.5V，则在实验(二)中滑动变阻器仍为该值时，滑动变阻器消耗的电功率为_____W (计算结果保留两位有效数字)。(在图上画出作图痕迹)

24. (12分) 2019年1月3日10时26分，“嫦娥四号”探测器成功在月球背面着陆，标志着我国探月航天工程达到了一个新高度，极大激发了同学们探索太空的热情。某同学设计的“太空粒子探测器”的加速、偏转部分原理简化如下：如图所示，辐射状的加速电场区域边界为两个同心平行半圆弧面，圆心为 O_1 ，外圆弧

面 AB ，内圆弧面 CD ，内外圆弧面电势差大小为 U 。在 O_1 点右侧有一与直线相切于 O_1 半径为 R 的圆形磁场区域，圆心为 O_2 ，圆内(及圆周上)存在垂直纸面的匀强磁场， O_1 、 E 、 F 为圆周的三等分点。假设太空中漂



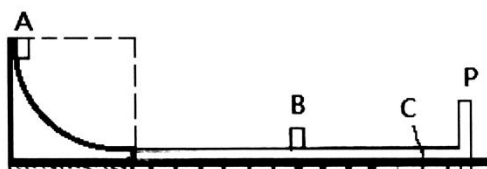
浮着质量为 m ，电量为 q 的带正电粒子，它们能均匀地吸附到 AB 圆弧面上，并被加速电场由静止开始加速到 CD 圆弧面上，再由 O_1 点进入磁场偏转，其中沿 O_1O_2 连线方向入射的粒子经磁场偏转后恰好从 E 点偏出，不计粒子间的相互作用和其它星球对粒子引力的影响。

求：（1）粒子到达 O_1 点时速度 v 的大小

（2）圆形磁场区域的磁感应强度

（3）从磁场圆边界 $\frac{1}{3}$ 圆弧 O_1E 和 $\frac{1}{3}$ 圆弧 EF 射出的粒子数之比

25. (20 分) 如图所示，在水平桌面上放有长度为 $L=2\text{m}$ 的木板 C ， C 上右端是固定挡板 P ，在 C 中点处放有小物块 B ， A 、 B 的尺寸以及 P 的厚度皆可忽略不计。 C 上表面与固定在地面上半径为 $R=0.45\text{m}$ 的圆弧光滑轨道相切，质量为 $m=1\text{kg}$ 的小物块 A 从圆弧最高点由静止释放，设木板 C 与桌面之间无摩擦， A 、 C 之间和 B 、 C 之间的滑动摩擦因数均为 μ 。 A 、 B 、 C （包含挡板 P ）的质量相同，开始时， B 和 C 静止。（ $g=10\text{m/s}^2$ ）



（1）求滑块从释放到离开轨道受到的冲量大小；

（2）若物块 A 与 B 发生碰撞，求滑动摩擦因数 μ 应满足的条件；

（3）若物块 A 与 B 发生碰撞（设为完全弹性碰撞）后，物块 B 与挡板 P 发生碰撞，求滑动摩擦因数 μ 应满足的条件。

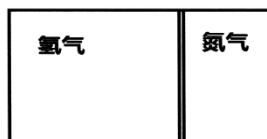
（二）选考题：共 45 分。请考生从 2 道物理题、2 道化学题、2 道生物题中每科任选一题作答。如果多做，则每科按所做的第一题计分。

33. 【物理——选修 3-3】(15 分)

(1)(5 分)关于固体、液体、气体的表述，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，每选错一个扣 3 分，最低得分为 0 分）

- A. 晶体的熔点和液体的沸点都与压强无关
- B. 水对玻璃浸润，水银对玻璃不浸润
- C. 晶体在熔化的过程中吸收热量，分子的平均动能一定是增大的
- D. 饱和汽压随温度的变化而变化
- E. 利用液晶在外加电压变化时由透明变浑浊可制作电子表、电子计算器的显示元件

(2)(10 分)一长为 L 、内壁光滑、导热良好的长方体汽缸，横放在水平地面上，缸内有一密封性能良好的活塞(与缸壁的摩擦不计)，面积为 S ，如图所示，活塞左方封有氢气，右方封有氮气。系统平衡时，活塞左右两边的气体体积之比为 2:1，压强为 p_1 。将汽缸从图示位置在竖直面内逆时针缓慢转 90° 至竖直位置，再次稳定时活塞上下两边的气体体积之比为 1:1。重力加速度为 g ，环境温度保持不变，求：



①活塞的质量 M 。

②若将汽缸从图示位置在竖直面内顺时针缓慢转 90° 至竖直位置，再次稳定时，氢气的体积为多少？（保留两位有效数字）

34. 【物理——选修 3-4】（15 分）

(1)(5 分) 下列说法中正确的是()

- A. 偏振光只可以是横波
- B. 双缝干涉中也存在衍射现象
- C. 直棒斜插入水中时呈现弯折现象是由于光的全反射原因
- D. X 射线在磁场中能偏转，穿透能力强，可用来进行人体透视
- E. 多普勒效应是在波源和观察者之间有相对运动时产生的

(2). (10 分)物理实验室新进了一批由某种透明材料做成的棱镜，其横截面由一直角三角形

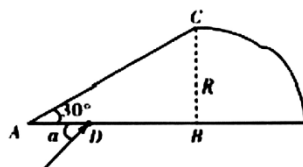
和一半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 圆组成，如图所示。已知三角形 BC

边的长度为 R ， $\angle BAC=30^\circ$ ，现让一单色细激光束从

AB 边上距 A 点为 $\frac{\sqrt{3}}{3}R$ 的 D 点沿与 AB 边成 $\alpha=45^\circ$ 角斜

向右上入射，激光束经 AC 反射后刚好能垂直 BC 边

进入 $\frac{1}{4}$ 圆柱区域，光在真空中的速度为 c ，求：



- ①. 单色细激光束从圆弧上的 E 点（图中未画出）射出时的折射角；
- ②. 单色细激光束在棱镜中传播的时间。