

## 2019年北京市海淀区高三一模物理试卷逐题解析

## 物 理

2019.4

本试卷分为第 I 卷（选择题）和第 II 卷（非选择题）两部分，共 8 页。满分 100 分。考生务必将答案写在答题卡和答题纸上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷、答题卡和答题纸一并交回。

## 第 I 卷（选择题，共 42 分）

本部分共 14 道小题，每小题 3 分，共 42 分。请在每小题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

13. 下列几个现象中，能反映光具有粒子性的是

- A. 光的衍射    B. 光的折射    C. 光电效应    D. 光的偏振

【答案】C

【解析】

光的衍射、折射反映光具有波动性，光的偏振反映光是一种横波，故 A、B、D 选项错误；光电效应反映光具有粒子性，故 C 选项正确。

14. 根据玻尔理论，氢原子的核外电子由离原子核较远的轨道跃迁到离原子核较近的轨道上时，下列说法正确的是

- A. 放出光子，原子的能量变大  
B. 放出光子，原子的能量变小  
C. 吸收光子，原子的能量变大  
D. 吸收光子，原子的能量变小

【答案】B

【解析】

根据玻尔理论，氢原子的核外电子由离原子核较远的轨道跃迁到离原子核较近的轨道上时，放出光子，原子的能量降低，故 B 选项正确。

15. 下列说法正确的是

- A. 物体温度升高，每个分子的动能都增加
- B. 物体温度升高，分子的平均动能增加
- C. 物体从外界吸收热量，物体的内能一定增加
- D. 外界对物体做功，物体的内能一定增加

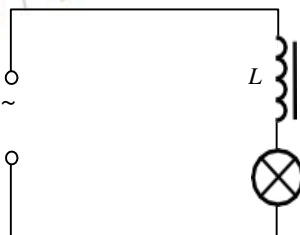
【答案】B

【解析】

物体温度升高时平均分子动能增加，但并非每个分子动能都增加，故 A 选项错误，B 选项正确；热传递和做功是改变内能的两种方式，两者等效，只确定一种方式不可确定内能如何变化，故 C、D 选项错误。

16. 如图所示的电路由交流电源供电， $L$  为带有铁芯且不计直流电阻的线圈，下列方案中可能使小灯泡变暗的是

- A. 仅增加电源的频率
- B. 仅拔出线圈中的铁芯
- C. 仅减小线圈的匝数
- D. 仅换用与交流电源电压有效值相同的直流电源



【答案】A

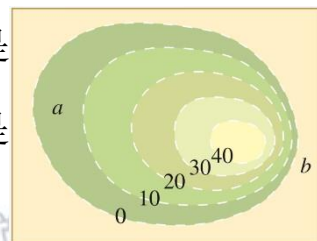
【解析】

- A. 仅增加电源频率，线圈感抗增大，对交流电阻碍作用增强，电流减小，故灯泡变暗，A 选项正确；
- B. 仅拔出线圈中的铁芯，线圈感抗减小，对交流电阻碍作用减弱，电流变大，故灯泡变亮，B 选项错误；
- C. 仅减小线圈的匝数，线圈感抗减小，对交流电阻碍作用减弱，电流变大，故灯泡变

亮，C选项错误；

D. 仅换用与交流电源电压有效值相同的直流电源，线圈对直流电无阻碍作用，电流变大，故灯泡变亮，D选项错误。

17. 右图既可以看成是用来描述山坡地势的等高线图，也可以看成是用来描述电场中电势高低的等势线图。关于此图，下列说法正确的是



- A. 若该图为等高线图，可知 a 坡的地势比 b 坡陡峭
- B. 若该图为等高线图，可知在不考虑摩擦力时，小球从 a 坡滑下的加速度大于从 b 坡滑下的加速度
- C. 若该图为等势线图，可知 a 侧的电势降落比 b 侧慢
- D. 若该图为等势线图，可知 a 侧的电场强度比 b 侧大

【答案】C

【解析】

- A. 若该图为等高线图，则相邻两条等高线之间高度差相同，等高线越密集处越陡峭，b 坡比 a 坡更陡峭，A 选项错误；
- B. 由 A 选项解析可知，a 处斜率更小，提供加速度的重力沿斜面向下的分力更小，故加速度更小，B 选项错误；
- C. 若该图为等势线图，则相邻两等势线之间电势差相同，a 处降低相同电势距离更大，故降落比 b 侧慢，C 选项正确；
- D. 等势线越稀疏代表电场强度越小，D 选项错误。

18. 如图所示，站在车上的人，用锤子连续敲打小车。初始时，人、车、锤都静止。假设水平地面光滑，关于这一物理过程，下列说法正确的是



- A. 连续敲打可使小车持续向右运动
- B. 人、车和锤组成的系统机械能守恒
- C. 当锤子速度方向竖直向下时，人和车水平方向的总动量为零
- D. 人、车和锤组成的系统动量守恒

【答案】C

【解析】

- A. 人、车和锤看做一个系统处在光滑水平地面上，水平方向所受合外力为零，故水平方向动量守恒，总动量始终为零，当大锤有相对大地向左的速度时，车有向右的速度，当大锤有相对大地向右的速度时，车有向左的速度，故车来回运动，故错误；
- B. 大锤击打小车时，发生的不是完全弹性碰撞，系统机械能有损耗，故错误；
- C. 大锤的速度竖直向下时，没有水平方向的速度，因为水平方向总动量恒为零，故人和车的总动量也为零，故正确；
- D. 人、车和锤水平方向动量守恒，因为大锤会有竖直方向的加速度，故竖直方向合外力不为零，竖直动量不守恒，系统总动量不守恒，故错误。

19. 图1是实验室的可拆卸铅蓄电池装置，图2是其示意图。利用铅与稀硫酸的化学反应，该装置可以将化学能转化为电能。图中M为电池正极（二氧化铅棒上端），N为电池负极（铅棒上端），P、Q分别为与正、负极非常靠近的探针（探针是为测量内电压而加入电池的，它们不参与化学反应）。用电压传感器（可看做理想电压表）测量各端间的电势差，数据如下表。则下列说法正确的是

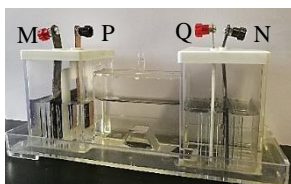


图1

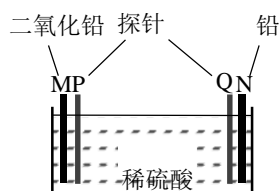


图2

	$U_{MP}$	$U_{PQ}$	$U_{QN}$
外电路断开时	1.51V	约为 0	0.59V
在 M、N 之间接入 $10\Omega$ 电阻时	1.47V	-0.42V	0.63V

- A. 外电路接通时稀硫酸溶液中的电流方向向右
- B. 该电池的电动势约为 0.59V
- C. 该电池的电动势约为 1.51V
- D. 该电池的内阻约为  $2.5\Omega$

【答案】D

【解析】

- A. M 为电源正极，N 为负极，电源内部电流由负极流向正极，电流方向向左，故错误；
- B. 该电池的电动势为断路路端电压  $E=1.51V+0+0.59V=2.1V$ ，故错误；
- C. 该电池的电动势为断路路端电压  $E=1.51V+0+0.59V=2.1V$ ，故错误；
- D. 当外电路接外阻为  $10\Omega$  时，内阻承压为  $0.42V$ ，为总电动势  $2.1V$  的  $1/5$ ，故内阻为  $2.5\Omega$ ，故正确。

20. 光镊技术可以用来捕获、操控微小粒子（目前已达微米级）。激光经透镜后会聚成强聚焦光斑，微粒一旦落入会聚光的区域内，就有移向光斑中心的可能，从而被捕获。由于光的作用使微粒具有势能，光斑形成了一个类似于“陷阱”的能量势阱，光斑中心为势能的最低点。结合以上信息可知，关于利用光镊捕获一个微小粒子的情况，下列说法正确的是

- A. 微粒被捕获时，受到激光的作用力一定沿着激光传播的方向
- B. 微粒被捕获时，受到激光的作用力一定垂直激光传播的方向



- C. 微粒向光斑中心移动时，在能量势阱中对应的势能可能增大  
D. 被捕获的微粒在获得较大的速度之后，有可能逃离能量势阱

【答案】D

【解析】

- A. 微粒被捕获时，受到激光的作用力朝着激光焦点的方向，故错误；  
B. 微粒被捕获时，受到激光的作用力朝着激光焦点的方向，故错误；  
C. 由题干可知，光斑中心为势能的最低点，所以微粒向光斑中心移动时，在能量势阱中对应的势能不能增大，只能减小，故错误；  
D. 根据能量守恒，较大的初速度对应较大初动能，可以让微粒逃离能量势阱，故正确。

第二部分（非选择题 共 72分）

21. (18 分)

(1) 在“用双缝干涉测光的波长”实验中，为了测量红光的波长，将实验器材按要求安装在光具座上，如图 1 所示。在实验前已知数据有：双缝间的间距为  $d$ ，双缝到屏的距离为  $L$ 。

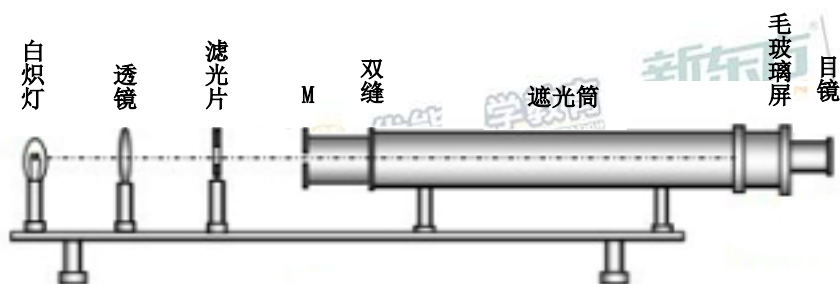


图  
1

①为了达到实验目的，根据已标明的实验器材，可判断出 M 处的实验器材是\_\_\_\_\_。

②经测量，红光干涉相邻两条亮条纹间的距离为  $\Delta x$ ，请据此写出能够反映红光波长大小的表达式  $\rho =$ \_\_\_\_\_。

③该实验中  $L=700\text{mm}$ ，已知  $d$  的数量级为  $10^{-4}\text{m}$ 、相邻两条亮条纹间距的数

量级为 $10^{-3}\text{m}$ ，由此可推断红光的波长数量级约为\_\_\_m。

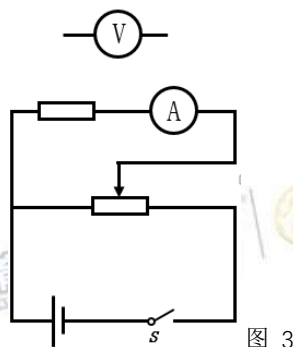
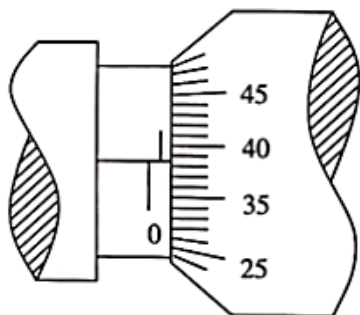
- A.  $10^{-3}$       B.  $10^{-5}$       C.  $10^{-7}$       D.  $10^{-9}$

(2) 测定某合金电阻率的实验器材如下：待测合金丝 $R$ （阻值约 $8\ \Omega$ ）学生电源（ $5\text{V}$ ）开关、导线、电流表 $A$ （量程 $0\sim 0.6\text{A}$ ，内阻约 $0.125\ \Omega$ ）电压表 $V$ （量程 $0\sim 3\text{V}$ ，内阻约 $3\text{k}\Omega$ ）滑动变阻器 $R_0$ （最大阻值 $5\ \Omega$ ）刻度尺、螺旋测微器。

①利用螺旋测微器测量合金丝的直径 $D$ 。某次测量时，螺旋测微器的示数如

图2所示，则该次测量值 $D=$ \_\_\_mm。

②请在图3中将测量合金丝电阻的电路图补充完整，并尽可能使实验误差较小。



③当合金丝两端电压为 $U$ 时，通过合金丝的电流为 $I$ ；测得合金丝的长度为 $L$ ，直径为 $D$ ，请根据这些物理量写出该合金电阻率的表达式

$\rho=$ \_\_\_\_\_

④下表为实验室对一段粗细均匀的合金丝的测量数据表

	第一组	第二组	第三组	第四组	第五组
电压 $U/\text{V}$	1.20	3.00	1.20	1.20	3.00
长度 $L/\text{cm}$	150.00	150.00	200.00	200.00	150.00
合金丝温度 $t/^\circ\text{C}$	20.0	20.0	20.0	80.0	80.0
电阻率 $\rho/\Omega\cdot\text{m}$	$2.8\times 10^{-6}$	$2.8\times 10^{-6}$	$2.8\times 10^{-6}$	$3.6\times 10^{-6}$	$3.6\times 10^{-6}$

a. 由以上表格数据，你认为影响合金电阻率的因素是\_\_\_。（选填“电压”“长度”或

“温度”

b. 结合表中的数据，从微观角度思考，你认为合金电阻率变大的可能原因是\_\_\_。

(填写下列内容的字母代号)

- A. 电子定向移动的平均速率增大  
 B. 电子做热运动的平均速率增大  
 C. 单位体积内的自由电子数增大

**【答案】** (1) ①单缝 ② $\frac{\Delta x d}{L}$  ③C  
 (2) ①0.882~0.887 ②图略 (电流表外接) ③ $\frac{\pi U D^2}{4 l L}$  ④ a.温度 b. B

**【解析】** (1) ①根据实验器材要求，双缝之前放置单缝，得到单色光。

②根据 $\Delta x = \frac{L \lambda}{d}$ ，得到 $\lambda = \frac{\Delta x d}{L}$ 。

③带入数值计算，答案约为 $1.4 \times 10^{-7} \text{m}$ ，故选 C。

(2) ①根据螺旋测微器读数，答案在 $0.882 \sim 0.887 \text{mm}$

②根据待测电阻阻值比电压表内阻小的多，为小电阻，故采用电流表外接

③根据 $R = \frac{U}{I} = \rho \frac{L}{S}$  以及圆面积公式，可推出电阻率的表达式。

④ a.由表中数据可看出，长度或电压改变时，电阻率都不变，温度改变时电阻率改变，故选温度。

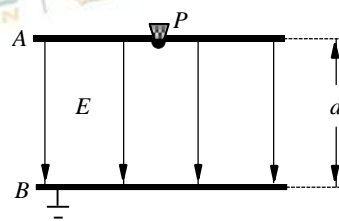
b. 若电子定向移动速率变大，对应电流变大，故不可能为电阻率变大的原因，A 错；温度是分子热运动的标志，温度越高分子热运动越剧烈，阻碍作用越强，B 对；单位体积内电子数由材料种类决定，与温度无关，C 错。



## 22. (16 分)

如图所示,  $A$ 、 $B$  为两块足够大的水平放置的平行金属板, 间距为  $d$ ; 两板间有方向由  $A$  指向  $B$  的匀强电场, 电场强度大小为  $E$ ; 在金属板  $A$  的正中央位置有一个粒子源  $P$ , 能以  $v_0$  的初速度向金属板  $A$  以下的各个方向均匀射出质量为  $m$ 、带电荷量为  $+q$  的粒子, 粒子最终全部落在金属板  $B$  上, 粒子所受重力、空气阻力以及粒子之间的相互作用力均可忽略。求:

- (1) 金属板  $A$ 、 $B$  间的电压  $U$ ;
- (2) 粒子到达金属板  $B$  时的动能  $E_k$ ;
- (3) 粒子落在金属板上  $B$  区域的面积  $S$ 。



**【答案】** (1)  $U=Ed$       (2)  $E_k = Eqd + \frac{1}{2}mv_0^2$       (3)  $S = \frac{2mdv_0^2}{Eq}$

**【解析】**

(1) 金属板  $A$ 、 $B$  间的电压  $U=Ed$  (4 分)

(2) 带电粒子在下落过程中只受电场力作用, 由动能定理有

$$Eqd = E_k - \frac{1}{2}mv_0^2$$

得  $E_k = Eqd + \frac{1}{2}mv_0^2$  (6 分)

(3) 带电粒子打在金属板上的范围是一个半径为  $r$  的圆。从粒子源水平射出的粒子在电场中做类平抛运动, 落在金属板上的位置是该圆的边缘。

$$qE = ma$$

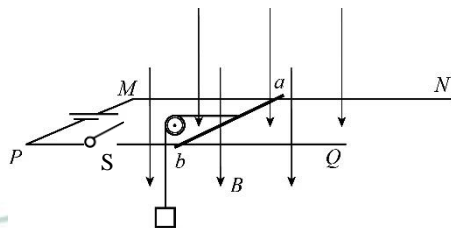
$$\text{由 } d = \frac{1}{2}at^2$$

$$r = v_0t$$

解得  $S = \pi r^2 = \pi(v_0t)^2 = \frac{2mdv_0^2}{Eq}$  (6 分)

## 23. (18 分)

直流电动机的工作原理可以简化为如图所示的情景，匀强磁场方向竖直向下，磁感应强度大小为  $B$ ；平行金属轨道  $MN$ 、 $PQ$ ，相距为  $L$ ，固定在水平面内；电阻为  $R$  的金属导体棒  $ab$  与平行轨道垂放置，且与轨道接触良好； $MP$  间接有直流电源。闭合开关  $S$ ，金属导体棒向右运动，通过轻绳竖直提升质量为  $m$  的物体，重力加速度为  $g$ 。



忽略一切阻力、导轨的电阻和直流电源的内阻。

(1) 求物体匀速上升时，通过导体棒  $ab$  的电流大小；

(2) 导体棒  $ab$  水平向右运动的过程中，同时会产生感应电动势，这个感应电动势总要削弱电源电动势的作用，我们称之为反电动势。设导体棒  $ab$  向上匀速提升重物的功率为  $P_{\text{出}}$ ，电流克服反电动势做功的功率为  $P_{\text{反}}$ ，请证明： $P_{\text{出}} = P_{\text{反}}$ ；(解题过程中需要用到、但题目没有给出的物理量，要在解题时做必要的说明)

(3) 若通过电源连续调节  $MP$  间的电压  $U$ ，物体匀速上升的速度  $v$  也将连续变化，直流电动机所具有这种良好的“电压无极变速”调速性能在许多行业中广泛应用。请写出物体匀速上升的速度  $v$  与电压  $U$  的函数关系式。

**【答案】** (1)  $I = \frac{mg}{BL}$  (2) 见解析 (3)  $v = \frac{U}{BL} - \frac{mgR}{B^2 L^2}$

**【解析】**

(1) 物体匀速上升，由平衡条件有  $mg = BIL$

解得  $I = \frac{mg}{BL}$  (5分)

(2) 设金属导体棒匀速运动速度大小为  $v$ ，电流为  $I$ ，则：

导体棒  $ab$  匀速向上提升重物输出的机械功率为  $P_{\text{出}} = mgv$

电流克服金属导体棒反电动势做功的功率为  $P_{\text{反}} = BILv$

又  $mg = BIL$

所以  $P_{\text{出}} = P_{\text{反}}$  得证

(3) 设金属导体棒两端连续可调的电压为  $U$ ，物体匀速上升的速度大小为  $v$ 。

由于反电动势总要削弱电源电动势的作用，有：

$$I = \frac{U - BLv}{R}$$

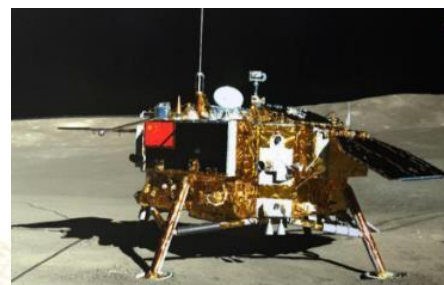
金属导体棒匀速运动有  $I = \frac{mg}{BL}$

联立解得  $v = \frac{U}{BL} - \frac{mgR}{B^2L^2}$

24. (20 分)

2019 年 1 月 3 日，嫦娥四号探测器成功着陆在月球背面，并通过“鹊桥”中继卫星传回了世界上第一张近距离拍摄月球背面的图片。此次任务实现了人类探测器首次在月球背面软着陆、首次在月球背面通过中继卫星与地球通讯，因而开启了人类探索月球的新篇章。

(1) 为了尽可能减小着陆过程中月球对飞船的冲击力，探测器在距月面非常近的距离  $h$  处才关闭发动机，此时速度相对月球表面竖直向下，大小为  $v$ ，然后仅在月球重力作用下竖直下落，接触月面时通过其上的“四条腿”缓冲，平稳地停在月面，缓冲时间为  $t$ ，如图 1 所示。已知月球表面附近的重力加速度为  $g_0$ ，探测器质量为  $m_0$ ，求：



①探测器与月面接触前瞬间相对月球表面的速度  $v$  的大小。

②月球对探测器的平均冲击力  $F$  的大小。

(2) 探测器在月球背面着陆的难度要比在月球正面着陆大很多，其主要的原因在于：由于月球的遮挡，着陆前探测器将无法和地球之间实现通讯。2018 年 5 月，我国发射了一颗名为“鹊桥”的中继卫星，在地球和月球背面的探测器之间搭了一个“桥”，从而有

效地解决了通讯的问题。为了实现通讯和节约能量，“鹊桥”的理想位置就是围绕“地-月”系统的一个拉格朗日点运动，如图 2 所示。所谓“地-月”系统的拉格朗日点是指空间中的某个点，在该点放置一个质量很小的天体，该天体仅在地球和月球的万有引力作用下保持与地球和月球的相对位置不变。



图 2

①设地球质量为  $M$ ，月球质量为  $m$ ，地球中心和月球中心间的距离为  $L$ ，月球绕地心运动，图 2 中所示的拉格朗日点到月球球心的距离为  $r$ 。推导并写出  $r$  与  $M$ 、 $m$  和  $L$  之间的关系式。

②地球和太阳组成的“日-地”系统同样存在拉格朗日点，图 3 为“日-地”系统示意图，请在图中太阳和地球所在直线上用符号“\*”标记出几个可能拉格朗日点的大概位置。



图 3

【答案】 (1) ①  $v' = \sqrt{v^2 + 2g_0h}$  ②  $F = \frac{m_0}{t} \sqrt{v^2 + 2g_0h} + m_0g_0$

(2) ①  $\frac{m}{r^2} + \frac{M}{(L+r)^2} = \frac{M}{L^3}(L+r)$  ② 见解析

【解析】

(1) ①由运动学公式  $v'^2 - v^2 = 2g_0h$

可得探测器着陆前瞬间相对月球表面的速度大小  $v' = \sqrt{v^2 + 2g_0h}$

②设月球对嫦娥四号探测器的平均冲击力大小为  $F$ ，以竖直向上为正

根据动量定理得  $(F - m_0g_0)t = 0 - (-m_0v')$

带入①求得的  $v'$ ，解得  $F = \frac{m_0}{t} \sqrt{v^2 + 2g_0h + m_0g_0}$

(2) ①设在图中的朗格朗日点有一质量为  $m'$  的物体 ( $m' \ll m$ )

则月球对其的万有引力  $F_1 = G \frac{Mm'}{r^2}$

地球对其的万有引力  $F_2 = G \frac{Mm'}{(L+r)^2}$

质量为  $m'$  的物体以地球为中心做圆周运动，向心力由  $F_1$  和  $F_2$  的合力提供，设圆周运动的角速度为  $\omega$ ，则  $F_1 + F_2 = m'\omega^2(L+r)$

根据以上三式可得  $G \frac{Mm'}{r^2} + G \frac{Mm'}{(L+r)^2} = m'\omega^2(L+r)$

月球绕地球做匀速圆周运动，它们之间的万有引力提供向心力

有  $G \frac{Mm}{L^2} = m\omega^2L$

联立以上两式可得  $\frac{m}{r^2} + \frac{M}{(L+r)^2} = \frac{M}{L^3}(L+r)$

②对于“日-地”系统，在太阳和地球连线上共有 3 个可能的拉格朗日点，其大概位置如图所示。

