# 2019 北京昌平高三二模

# 物　　理

2019．5

本试卷共 16 页，共 300 分。考试时长 150 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

第一部分（选择题　共 120 分）

本部分共 20 小题，每小题 6 分，共 120 分。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．图 1 所示为“东方超环”可控核聚变实验装置，它通过高温高压的方式使氘核与氚核发生聚变，其核反应方程为 ${}_1^2\mathrm{H}+{}_1^3\mathrm{H}\rightarrow{}_2^4\mathrm{He}+\mathrm{X}$。X 表示的是



图 1

A．质子　　B．中子

C．电子　　D．α 粒子

14．将一定质量的氧气从 0℃缓慢升高到 100℃，下列说法中正确的是

A．氧气分子的平均动能一定变大

B．每个氧气分子的运动速率一定变大

C．氧气分子的密集程度一定变大

D．气体的压强一定变大

15．用手握住较长软绳的一端连续上下抖动，形成一列简谐波。某一时刻的波形如图 2 所示，绳上的 $a$ 质点处于平衡位置、$b$ 质点处于波峰位置，$a$、$b$ 两质点间的水平距离为 $L$。下列说法正确的是

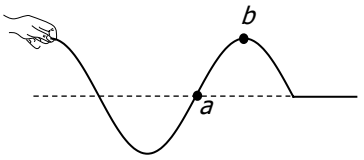



图 2

A．该简谐波是纵波

B．该简谐波的波长为 $2L$

C．此时刻 $a$ 质点的振动方向向上

D．此时刻 $b$ 质点的加速度方向向下

16．北斗卫星导航系统是中国自行研制的全球卫星定位与通信系统，它由空间段、地面段和用户段三部分组成。第三代北斗导航卫星计划由 35 颗卫星组成，如图 3 所示。其中有 5 颗地球静止轨道卫星（运行在地球同步轨道，离地高度约 $3.6\times10^4$km）、27 颗中地球轨道卫星（运行在 3 个互成 120° 的轨道面上，离地高度约 $2.15\times10^4$km）、3 颗倾斜同步轨道卫星（其轨道平面与赤道平面有一定的夹角，周期与地球自转周期相同）。假设所有北斗卫星均绕地球做匀速圆周运动，下列说法正确的是

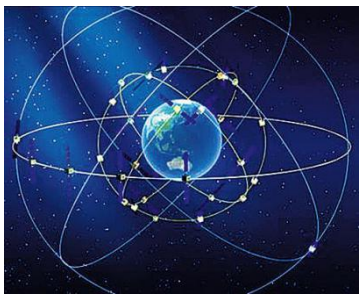


图 3

A．中地球轨道卫星的线速度最小

B．倾斜同步轨道卫星能定点在北京上空

C．中地球轨道卫星的运行周期小于地球同步卫星的运行周期

D．倾斜同步轨道卫星的轨道半径大于地球静止轨道卫星的轨道半径

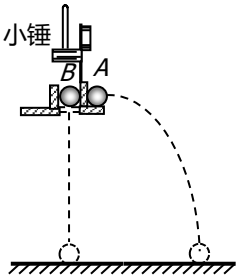


图 4

17．为了验证做平抛运动的小球在竖直方向上做自由落体运动，用如图 4 所示的装置进行实验。小锤打击弹性金属片，$A$ 球水平抛出，同时 $B$ 球被松开，自由下落。关于该实验，下列说法中**不正确**的是

A．应选用体积小、密度大的小球

B．两球的质量应相等

C．应改变装置的高度，多次实验

D．应改变打击的力度，多次实验

18．由于空气阻力的影响，子弹、炮弹的实际飞行轨道不再是抛物线，而是按“弹道曲线”飞行，如图 5 所示。下列说法正确的是

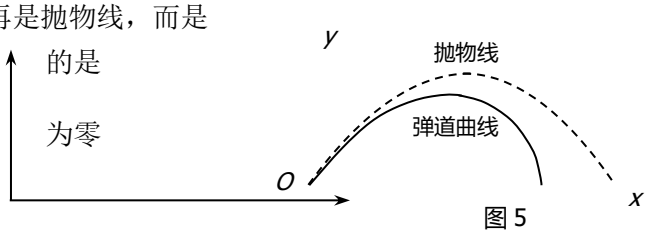


图 5

A．炮弹到达最高点时，水平方向的加速度和速度均为零

B．炮弹到达最高点时，竖直方向的加速度和速度均为零

C．炮弹在上升过程中，动能减小；下落过程中，重力势能减小

D．炮弹在上升过程中，机械能减小；下落过程中，机械能增加

19．如图 6 所示，两个电阻串联后接在电路中 $a$、$b$ 两点。已知 $a$、$b$ 两点间的电压保持 10V 不变。某同学把一个电压表并联在 $R_1$ 两端时，电压表读数为 5V。下列说法正确的是

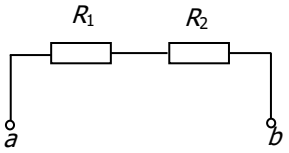


图 6

A．将该电压表并联在 $R_2$ 两端时，电压表读数小于 5V

B．将该电压表并联在 $R_2$ 两端时，电压表读数等于 5V

C．$R_1 < R_2$

D．$R_1 = R_2$

20．5G 是“第五代移动通信网络”的简称，目前世界各国正大力发展 5G 网络。5G 网络使用的无线电波通信频率在 3.0 GHz 以上的超高频段和极高频段（如图 7），比目前 4G 及以下网络（通信频率在 0.3GHz～3.0GHz 间的特高频段）拥有更大的带宽和更快的传输速率。未来 5G 网络的传输速率（指单位时间传送的数据量大小）可达 10G bps（bps 为 bits per second 的英文缩写，即比特率、比特/秒），是 4G 网络的 50-100 倍。关于 5G 网络使用的无线电波，下列说法正确的是

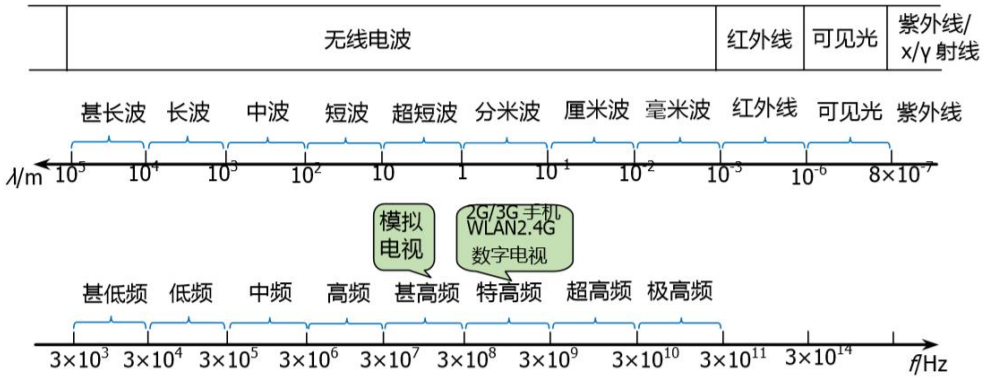



图 7

A．在真空中的传播速度更快

B．在真空中的波长更长

C．衍射的本领更强

D．频率更高，相同时间传递的信息量更大

第二部分（非选择题　共 180 分）

本部分共 11 小题，共 180 分。

21．（18 分）

（1）在练习使用多用电表（如图 8）的实验中，

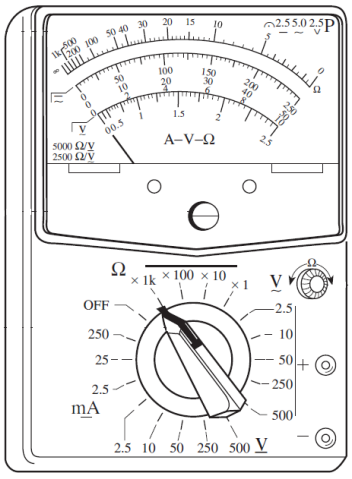



图 8

①用多用电表正确测量了一个 13 Ω 的电阻后，需要继续测量一个阻值约为 2k Ω 的电阻。在用红、黑表笔接触这个电阻两端之前，请在以下操作步骤中选择必须的操作，并按操作顺序排列：_____（选填选项前的字母）。

A．用螺丝刀调节表盘下中间部位的指针定位螺丝，使表针指 0

B．将红表笔和黑表笔接触

C．把选择开关旋转到“×1k”位置

D．把选择开关旋转到“×100”位置

E．调节欧姆调零旋钮使表针指向欧姆零点

②如图 9 所示，甲图是用电流档测小灯泡电流的原理示意图，乙图是用电压档测量小灯泡电压的原理示意图，丙图是用欧姆档测量电阻阻值的原理示意图。其中甲、乙、丙三图中开关在测量时都处于闭合状态。实验中**不符合**操作规程的是_____。（选填“甲”、“乙”或“丙”）

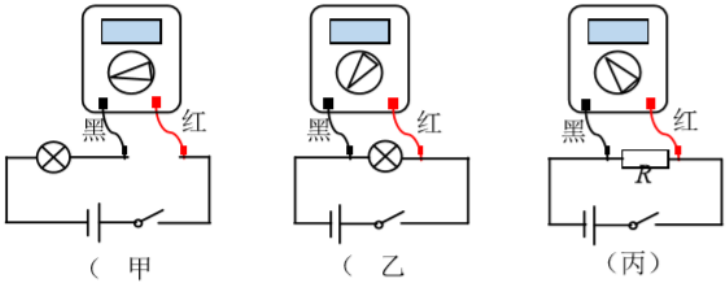
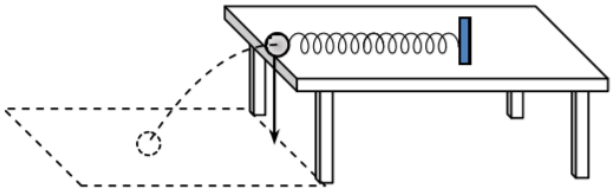



图 9

（2）某实验小组利用如图 10 所示的装置，对轻质弹簧的弹性势能进行探究。一轻质弹簧放置在较光滑的水平桌面上，弹簧右端固定，左端与一小球接触但不拴接；弹簧处于原长时，小球恰好在桌面边缘。向右推小球，使弹簧压缩一段距离后由静止释放，小球离开桌面后落到铺有白纸和复写纸的水平地面上，通过测量和计算，可得到弹簧被压缩后的弹性势能。



①为测得小球离开桌面时的动能 $E_k$，已知重力加速度 $g$，需要测量下列物理量中的_____（选填选项前的字母）。

A．小球的质量 $m$

B．小球抛出点到落地点水平距离 $s$

C．桌面到地面的高度 $h$

D．弹簧的压缩量 $x$

②用所选择的测量量和已知量表示 $E_k$，$E_k$=_____。

③如果忽略桌面摩擦阻力的影响，可认为小球离开桌面时的动能 $E_k$ 等于弹簧被压缩后的弹性势能 $E_p$。实验时，测得小球质量 $m$=190.0g，桌面到地面的高度 $h$=40.00cm。已知弹簧的劲度系数 $k$=40N/m，本地重力加速度 $g$=9.8m/s$^2$。

某同学根据实验数据作出弹簧的弹性势能 $E_p$ 与弹簧的压缩量的二次方 $x^2$ 关系的图像，如图 11 所示。在 $E_p$－$x^2$ 图像中，设图像的斜率为 $\beta$，由图像可得 $E_p$ 随 $x^2$ 变化的表达式为_____。根据功与能的关系，弹性势能的表达式中可能包含 $x^2$ 这个因子；分析实验结果的单位关系，与图线斜率有关的物理量应是_____。通过寻找这个物理量与 $\beta$ 间的数值关系，可得到弹簧的弹性势能的表达式为 $E_p$=_____。

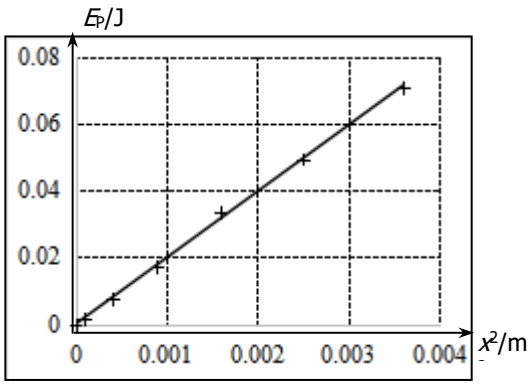



图 11

22．（16 分）

如图 12 所示，水平放置的两平行金属板间存在着相互垂直的匀强电场和匀强磁场。已知两板间的电势差为 $U$，距离为 $d$；匀强磁场的磁感应强度为 $B$，方向垂直纸面向里。一质量为 $m$、电荷量为 $q$ 的带电粒子从 $A$ 点沿水平方向射入到两板之间，恰好沿直线从 $M$ 点射出；如果撤去磁场，粒子从 $N$ 点射出。$M$、$N$ 两点间的距离为 $h$。不计粒子的重力。求：

（1）匀强电场场强的大小 $E$；

（2）粒子从 $A$ 点射入时的速度大小 $v_0$；

（3）粒子从 $N$ 点射出时的动能 $E_k$。

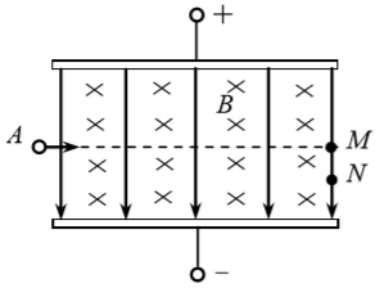


图 12

23．（18 分）

在电磁感应现象中，根据磁通量发生变化的方式不同可以将感应电动势分为“动生电动势”和“感生电动势”两种。

（1）如图 13 所示，相互平行的金属导轨 *MN*、*PQ* 固定在水平面内，导轨间距为 *L*。导体棒 *ab* 垂直放置在两导轨上。导轨的左端接一阻值为 *R* 的定值电阻，其它电阻不计。整个装置处在竖直向下匀强磁场中，磁感应强度大小为 *B*。现对导体棒 *ab* 施加一水平向右的恒力 *F*，使其由静止开始运动，运动过程中导体棒未滑出导轨。求：

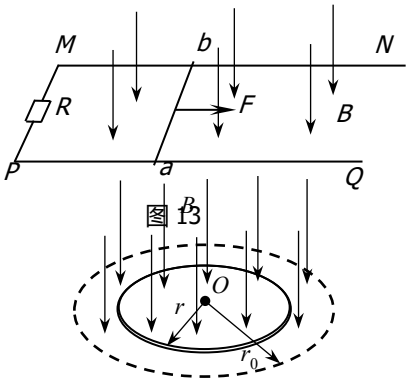


图 13

a．*ab* 棒的速度大小为 $v$ 时，其所受安培力的大小 $F_A$；

b．*ab* 棒运动过程中能达到的最大速度 $v_m$。



图 14

（2）如图 14 所示，空间内存在着均匀分布的有界磁场，磁场的某个横截面是以 *O* 为圆心、$r_0$ 为半径的圆。磁场的磁感应强度 *B* 随时间 *t* 均匀增强，设 $\frac{\Delta B}{\Delta t}=k$。将一半径为 $r$（$r<r_0$）的金属圆环放在磁场中，圆环所在平面与磁场垂直，圆心与 *O* 点重合。

a．求圆环中感生电动势大小 $\varepsilon$；

b．圆环处感生电场场强的大小 *E*。

24.（20 分）

（1）如图 15 所示，*ABC* 为一固定在竖直平面内的光滑轨道，*BC* 段水平，*AB* 段与 *BC* 段平滑连接。质量为 $m_1$ 的弹性小球从高 *h* 处由静止开始沿轨道下滑，与静止在轨道 *BC* 段上质量为 $m_2$ 的弹性小球发生碰撞，碰撞前后两球的运动方向在同一水平线上，且在碰撞过程中无机械能损失。求：

a．$m_1$ 球运动到 *B* 点时的速度大小 $v_1$；

b．碰撞过程中，系统的弹性势能的最大值 $E_{pm}$。

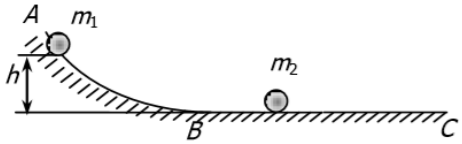



图15

（2）2018 年诺贝尔物理学奖授予了阿瑟·阿什金（Arthur Ashkin）等三位科学家，以表彰他们在激光领域的杰出成就。阿瑟·阿什金发明了光学镊子（如图 16），能用激光束“夹起”极其微小的粒子。

a．为了简化问题，将激光束看作是粒子流，其中的粒子以相同的动量沿光传播方向运动。激光照射到物体上，会对物体产生力的作用，光镊效应就是一个实例。

现有一透明介质小球，处于非均匀的激光束中（越靠近光束中心光强越强）。小球的折射率大于周围介质的折射率。两束相互平行且强度①＞②的激光束，穿过介质小球射出时的光路如图 17 所示。若不考虑光的反射和吸收，请分析说明两光束因折射对小球产生的合力的方向。

b．根据上问光束对小球产生的合力特点，试分析激光束如何“夹起”粒子的？

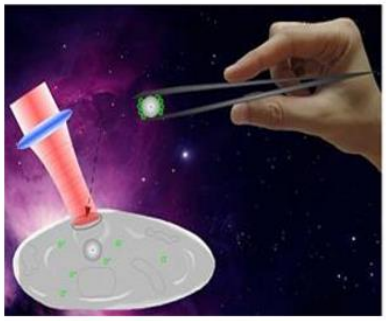


图 16

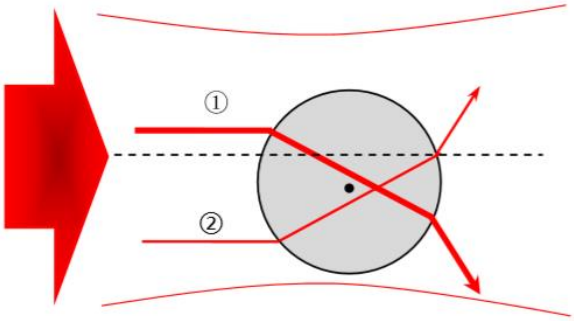



图 17

# 参考答案

13．B　14．A　15．D　16．C　17．B　18．C　19．A　20．D

21．（18 分）

（1）①DBE　（3 分）　②丙　（3 分）

（2）①ABC　（3 分）　②$\frac{mgs^2}{4h}$　（3 分）

③$E_P=\beta x^2$（2 分），弹簧的劲度系数 $k$（2 分），$\frac{1}{2}kx^2$（2 分）

22．（16 分）

（1）电场强度　$E=\frac{U}{d}$　（4 分）

（2）粒子做匀速直线运动，电场力与洛伦兹力大小相等，方向相反。

$qE=qv_0B$　（4 分）

解得　$v_0=\frac{E}{B}=\frac{U}{Bd}$　（2 分）

（3）粒子从 $N$ 点射出，由动能定理得

$qE\cdot h=E_k-\frac{1}{2}mv_0^2$　（4 分）

解得　$E_k=\frac{qUh}{d}+\frac{mU^2}{2B^2d^2}$　（2 分）

23．（18 分）

（1）a．$ab$ 棒的速度大小为 $v$ 时，产生的感应电动势　$\varepsilon=BLv$　（1 分）

感应电流　$I=\frac{E}{R}$　（1 分）

$ab$ 棒所受安培力大小　$F_A=BIL$　（1 分）

解得　$F_A=\frac{B^2L^2v}{R}$　（2 分）

b．当 $F=F_A$ 时，速度最大。即 $F=\frac{B^2L^2v_m}{R}$　（3 分）

解得　$v_m=\frac{FR}{B^2L^2}$　（2 分）

（2）a．$r<r_0$ 时，圆环中感生电动势大小　$\varepsilon=\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=\frac{\Delta B}{\Delta t}\cdot S$　（2 分）

$= k\pi r^2$ （2 分）

b．根据电动势的定义得 $\varepsilon = \frac{W_{非}}{q} = \frac{qE \cdot 2\pi r}{q}$ （2 分）

解得 $E = \frac{kr}{2}$ （2 分）

24．（20 分）

（1）a．$m_1$ 从初始高度 $h$ 由静止下滑，到达水平面时的速度为 $v_1$

$m_1 gh = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$ （2 分）

$v_1 = \sqrt{2gh}$ （2 分）

b．$m_1$ 球和 $m_2$ 球碰撞过程中，当两球速度相同时，弹性势能最大。

由动量守恒定律和机械能守恒定律得

$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_{共}$ （2 分）

$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_{共}^2 + E_{pm}$ （2 分）

解得：$v_{共} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \sqrt{2gh}$

最大弹性势能 $E_{Pm} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_{共}^2$

$= \frac{m_1 m_2 gh}{m_1 + m_2}$ （2 分）

（2）a．由图 1 可知，$\triangle v$ 的方向即为小球对光束作用力的方向。

当强度①＞②强度相同时，作用力 $F_1 > F_2$，由平行四边形定则知，①和②光速受力合力的方向向左偏下，则由牛顿第三定律可知，两光束因折射对小球产生的合力的方向向右偏上。 （6 分）

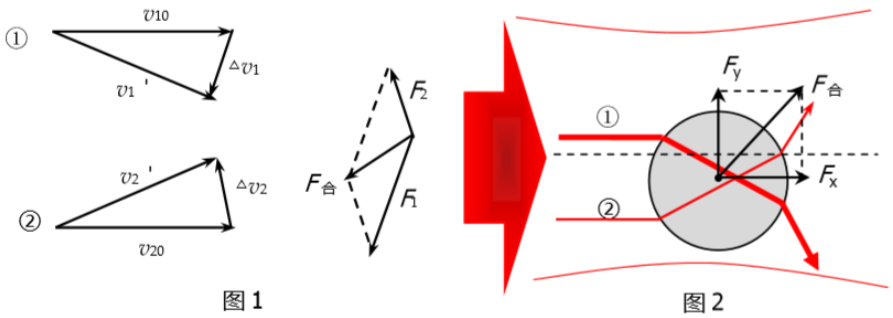


图 1　　图 2

b．如图 2 所示，小球受到的合力向右偏上。此力的横向分力 $F_y$，会将小球推向光束中心。一旦小球偏离光速中心，就会受到指向中心的分力，实现光束对小球的约束，如同镊子一样“夹住”小球。（4 分）