2023 北京昌平高三二模

物　　理

2023.5

本试卷共 8 页，共 100 分。考试时长 90 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，将答题卡交回。

第一部分

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

1. 下列核反应属于 β 衰变的是（　）

A. ${}^{234}_{90}\mathrm{Th}\rightarrow{}^{234}_{91}\mathrm{Pa}+{}^{0}_{-1}\mathrm{e}$

B. ${}^{238}_{92}\mathrm{U}\rightarrow{}^{234}_{90}\mathrm{Th}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}$

C. ${}^{14}_{7}\mathrm{N}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}\rightarrow{}^{17}_{8}\mathrm{O}+{}^{1}_{1}\mathrm{H}$

D. ${}^{235}_{92}\mathrm{U}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}\rightarrow{}^{144}_{56}\mathrm{Ba}+{}^{89}_{36}\mathrm{Kr}+3{}^{1}_{0}\mathrm{n}$

2. 下列现象说明光具有粒子性的是（　）

A. 光的干涉现象

B. 光电效应现象

C. 光的衍射现象

D. 光的偏振现象

3. 关于一密闭容器中的氧气，下列说法正确的是（　）

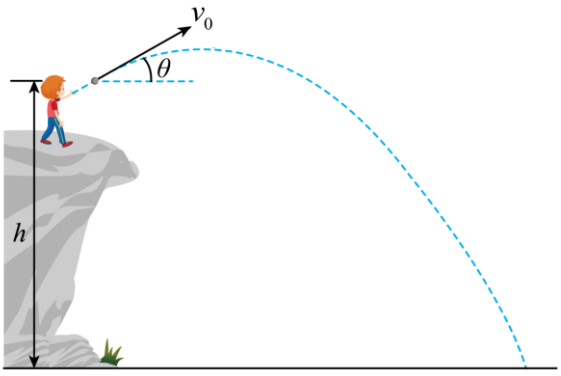
A. 体积增大时，氧气分子的密集程度保持不变

B. 温度升高时，每个氧气分子的运动速率都会变大

C. 压强增大是因为氧气分子之间斥力增大

D. 压强增大是因为单位面积上氧气分子对器壁的作用力增大

4. 如图所示，把质量为 m 的石块从距地面高 h 处以初速度 v_0 斜向上抛出，v_0 与水平方向夹角为 θ，不计空气阻力，重力加速度为 g。若只改变抛射角 θ，下列物理量一定不变的是（　）



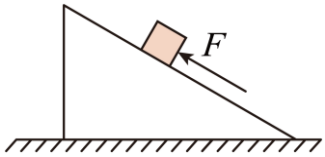
A. 石块在空中的飞行时间

B. 石块落地的水平距离

C. 石块落地时的动能

D. 石块落地时的动量

5. 如图所示，一斜面体置于水平地面上，一物块在平行于斜面向上的外力 F 作用下相对斜面保持静止，该过程中斜面体相对水平地面也保持静止。下列说法正确的是（　）



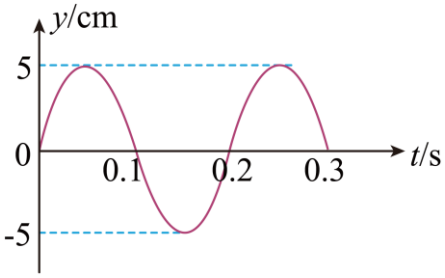
A. 斜面对物块一定有摩擦力作用

B. 地面对斜面体一定有摩擦力作用

C. 地面对斜面体的支持力大于物块与斜面所受重力之和

D. 地面对斜面体的支持力等于物块与斜面所受重力之和

6. 一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，波速为10m/s。在传播方向上有 P、Q 两质点，坐标分别为 $x_P=1\text{m}$，$x_Q=6\text{m}$。波传播到 P 点开始计时，P 点的振动图像如图所示。下列说法正确的是（　）



A. 该波的振幅为10cm　　B. 该波的频率为10Hz

C. 该波的波长为1m　　D. 经过0.5s，波将传播到 Q 点

7. 卡文迪许在 1798 年 17 卷《哲学学报》中发表他关于引力常量的测量时，曾提到他的实验是为了确定出地球的密度。已知引力常量为 G，要想估测地球的密度，只需测得（　）

A. 地球的质量　　B. 地球的半径

C. 近地卫星的运行周期　　D. 地球表面的重力加速度

8. 飞机沿某水平面内的圆周匀速率地飞行了一周，已知飞机质量为 m，速率为 v，圆周运动半径为 R。下列说法正确的是（　）

A. 飞机做匀速圆周运动，速率没变，则所受合外力为零

B. 飞机做匀速圆周运动，速率没变，则动量守恒

C. 飞机飞行时，速度的方向不断变化，因此动量不守恒；根据动量定理，飞行一周动量的改变源于向心力的冲量，即 $I=F_n\Delta t=m\dfrac{v^2}{R}\cdot\dfrac{2\pi R}{v}=2\pi mv$

D. 飞机飞行时，速度的方向不断变化，因此动量不守恒；根据动量定理，飞行一周动量的改变量为零

9. 如图 1 所示，矩形导线框 $abcd$ 固定在变化的磁场中，线框平面与磁场垂直。线框中产生的感应电流如图 2 所示（规定电流沿 $abcd$ 为正）。若规定垂直纸面向里为磁场正方向，能够产生如图所示的电流的磁场为（　）

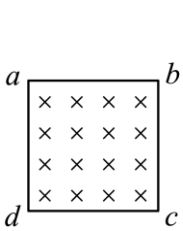


图1

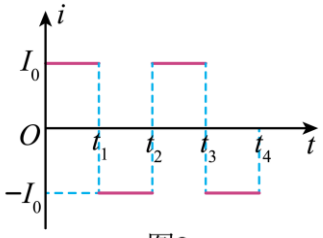
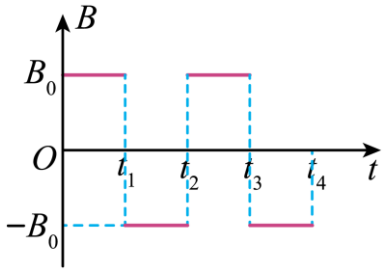
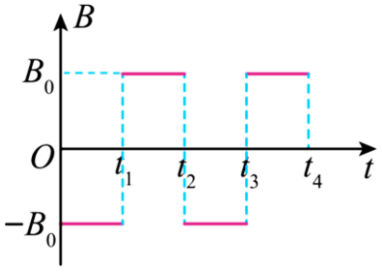
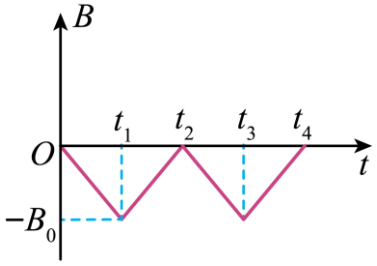
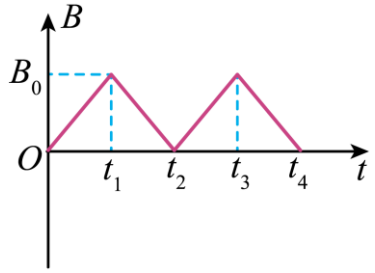


图2

A.


B.


C.


D.


10. 某学习小组观看完“太空授课”后，设计出 4 种在太空实验舱中测量小物块质量的方案：

①将待测小物块悬挂在劲度系数为 k 的轻弹簧下端，测出小物块静止时弹簧的形变量 Δx，根据 $k\Delta x=mg$，求得小物块的质量

②让待测小物块随实验舱一起绕地球做匀速圆周运动，测出圆周运动的半径 r 和周期 T，根据 $G\frac{mM}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$，求得小物块的质量

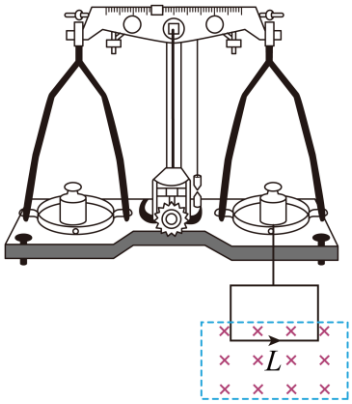
③对待测小物块施加一个恒定的拉力 F，使小物块从静止做匀加速直线运动，测出经过时间 t 时的速度 v，根据 $v=\frac{F}{m}t$，求得小物块的质量

④用一个弹簧测力计拉着待测小物块做匀速圆周运动，测出弹簧测力计示数 F、圆周运动的半径 R 和周期 T，根据 $F=m\frac{4\pi^2}{T^2}R$，求得小物块的质量

其中可行的方案有（　）

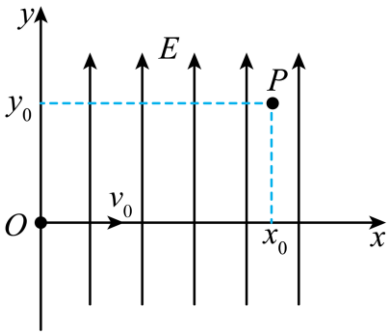
A. ①和②　　B. ②和③　　C. ③和④　　D. ①和④

11. 如图所示为电流天平，可以用来测量匀强磁场的磁感应强度。它的右臂挂有一个矩形线圈，匝数为 N，底边长为 L，下部悬在匀强磁场中，线圈平面与磁场垂直。当线圈中通有电流 I 时，调节砝码使两臂达到平衡；然后使电流反向、大小不变，这时需要在左盘中增加质量为 m 的砝码，才能使两臂达到新的平衡。所测磁场的磁感强度 B 的大小为（　）



A. $\frac{mg}{2NIL}$　　B. $\frac{2mg}{NIL}$　　C. $\frac{NIL}{2mg}$　　D. $\frac{2NIL}{mg}$

12. 如图所示，一带电粒子以初速度v_0沿x轴正方向从坐标原点O射入平行于y轴向上的匀强电场中，粒子从O点运动到P点的时间为t_1，到达P点时的动能为E_{k1}；若将电场换成垂直于纸面向里的匀强磁场，其它条件不变，粒子仍然经过P点，粒子从O点运动到P点的时间为t_2，到达P点时的动能为E_{k2}。下列关系式正确的是（　）



A. $t_1 = t_2$　　B. $t_1 > t_2$　　C. $E_{k1} < E_{k2}$　　D. $E_{k1} > E_{k2}$

13. “北京正负电子对撞机”是我国第一台高能加速器，也是高能物理研究的重大科技基础设施。一对速率相同的正、负电子正碰后湮灭生成两个γ光子，反应方程为${}^{0}_{+1}\mathrm{e}+{}^{0}_{-1}\mathrm{e}\rightarrow 2\gamma$。已知单个电子的静止质量为$m_e$，电荷量为$e$，光速为$c$，普朗克常量为$h$。下列说法正确的是（　）

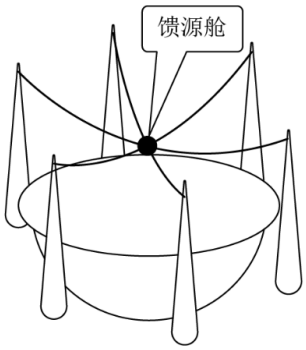
A. 单个光子的能量为$m_e c$　　B. 光子的频率为$\frac{m_e c^2}{h}$

C. 两个光子的频率可以不同　　D. 两个光子的运动方向可能相同

14. 中国“天眼”（如图）——500m口径球面射电望远镜（简称FAST）是当今世界最大、最灵敏的单口径射电望远镜，可以在无线电波段搜索来自百亿光年之外的微弱信号。截至2023年3月3日，FAST已发现超过740余颗新脉冲星。

馈源支撑系统是FAST的重要组成之一。如图所示，质量为$3\times10^4\mathrm{kg}$的馈源舱用对称的“六索六塔”装置悬吊在球面镜正上方，相邻塔顶的水平距离300m，每根连接塔顶和馈源舱的绳索长600m。重力加速度为g取$10\mathrm{m/s^2}$，不计绳索重力。下列说法正确的是（　）





A. 无线电波属于机械波

B. 光年是天文研究中常用的时间单位

C. 每根绳索承受的拉力约为$5.8\times10^4\,\mathrm{N}$

D. 若同样缩短每根绳索长度，则每根绳索承受的拉力变小

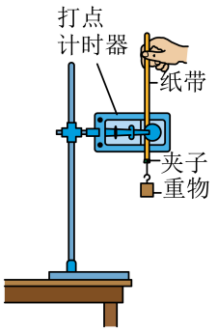
第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15.（8 分）

在“验证机械能守恒定律”实验中：

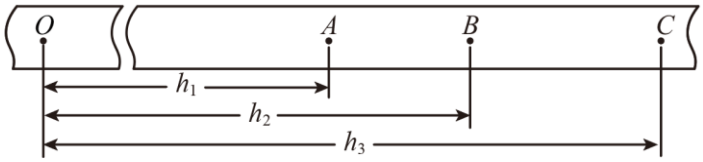
（1）甲同学采用让重物自由下落的方法验证机械能守恒，实验装置如图所示。下列说法正确的是_____。



A．实验前必需用天平测出重物的质量　B．打点计时器应接低压直流电源

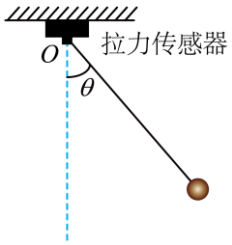
C．实验时先通电，稳定后再释放纸带　D．重锤释放位置应靠近打点计时器

（2）该同学选取了如图所示的一条纸带，O 点是重锤开始下落时打出的点，A、B、C 是按打点先后顺序选取的三个计数点。通过测量得到 O、A 间距离为h_1，O、B 间距离为h_2，O、C 间距离为h_3。已知计数点 A、B 间和 B、C 间的时间间隔均为 T，重锤质量为 m，当地重力加速度为 g。从重锤开始下落到打点计时器打 B 点的过程中，重锤动能的增加量$\Delta E_{\mathrm{k}}=$_____。如果ΔE_{k}与_____近似相等，则可验证机械能守恒（用题目中所测量和已知量表示）。



（3）乙同学设计了一个用拉力传感器验证机械能守恒定律的实验。如图所示，将拉力传感器固定在天花

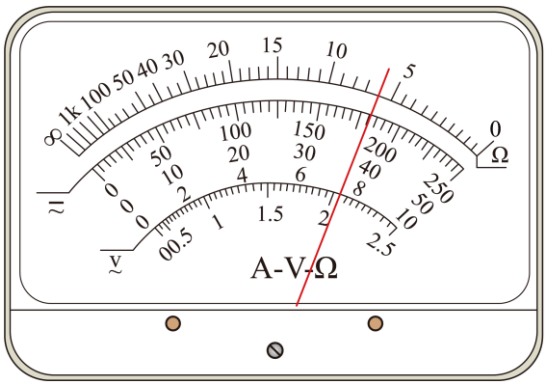
板上，细线一端系着小球，另一端连在拉力传感器上的 O 点。将小球拉至细线与竖直方向成 θ 角处无初速度释放，拉力传感器显示拉力的最大值为 F。已知小球的质量为 m，重力加速度为 g。当 $\frac{F}{mg}$ 约为_____时，可说明小球摆动过程中机械能守恒。



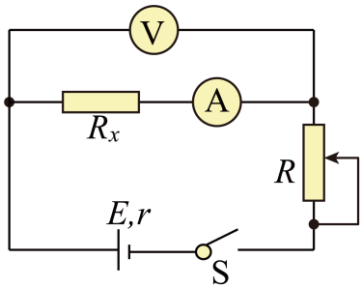
16.（10 分）

测电阻有多种方法。

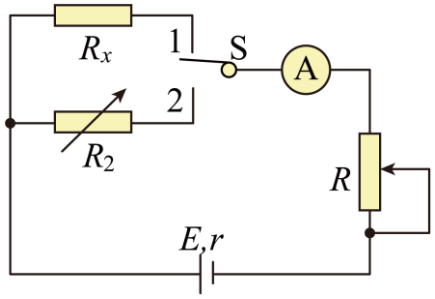
（1）甲同学用多用电表欧姆挡直接测量待测电阻 R_x 的阻值。某次测量时，多用电表表盘指针如图所示。已知他选用欧姆挡的倍率为“×100”，则 R_x 的测量值为_____Ω。



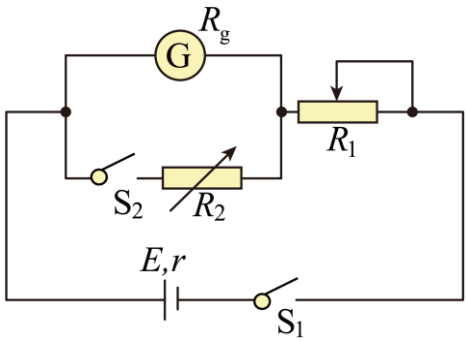
（2）乙同学用如图所示的电路，测量待测电阻 R_x 的阻值。某次实验，电流表的示数为 I，电压表的示数为 U，则电阻 R_x 的测量值为_____。若不考虑偶然误差，该测量值与 R_x 的真实值相比_____（选填“偏小”或“偏大”）。



（3）丙同学用如图所示的电路，测量待测电阻 R_x 的阻值。操作步骤如下：①先将开关 S 接 1，调节滑动变阻器 R_1，读出电流表的示数 I；②再将开关 S 接 2，保持 R_1 不变，调节电阻箱 R_2，使电流表的示数仍为 I，记下此时电阻箱的阻值为 R_0。则 R_x 的测量值为_____；电流表内阻对测量结果_____（选填“有”或“无”）影响。



（4）丁同学用如图所示的电路，测量电流计内阻R_g的阻值。操作步骤如下：①先闭合开关S_1，调节R_1，使电流计指针满偏；②再闭合开关S_2，保持R_1不变，调节R_2使得电流计指针半偏，记下此时R_2的值为R_0'。则R_g的测量值为_____；若不考虑偶然误差，电流计内阻的测量值_____（选填“大于”“等于”或“小于”）其真实值。



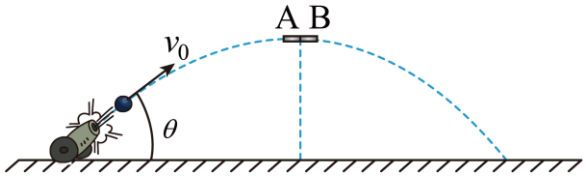
17.（9分）

如图所示，一枚炮弹发射的初速度为v_0，发射角为θ。它飞行到最高点时炸裂成质量均为m的A、B两部分，A部分炸裂后竖直下落，B部分继续向前飞行。重力加速度为g，不计空气阻力，不计炸裂过程中炮弹质量的变化。求：

（1）炸裂后瞬间B部分速度的大小和方向；

（2）炸裂前后，A、B系统机械能的变化量ΔE

（3）A、B两部分落地点之间的水平距离Δx。



18.（9分）

现代科学研究中常用到高能粒子，产生这些高能粒子的“工厂”就是各种各样的粒子加速器。

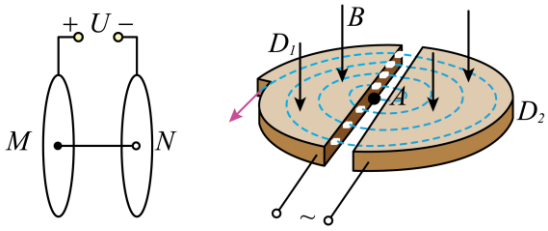
（1）如图所示，真空中平行金属板M、N之间所加电压为U，一个质量为m、电荷量为$+q$的粒子从M板由静止释放，经电场加速后到达N板，不计带电粒子的重力。求带电粒子到达N板时的速度大小v。

（2）1930年，物理学家劳伦斯设计出了回旋加速器，其工件原理如图所示。半径为R的高真空的D形金属盒处在匀强磁场中，磁感应强度大小为B，方向与盒面垂直。将两盒与电压为U的高频交流电源相连，两盒的狭缝间形成周期性变化的电场。A处粒子源产生的带电粒子，质量为m、电荷量为$+q$，初速度忽略

不计。调整交流电源的频率可使粒子每次通过狭缝时都能被加速。不计带电粒子穿过狭缝的时间和粒子所受重力。

a．求所用交流电源的频率 f；

b．对于用回旋加速器加速带电粒子，甲、乙两位同学有不同的看法：甲同学认为增大交流电源的电压 U，就能得到更大能量的粒子；乙同学认为增大 D 形盒的半径 R，就能得到更大能量的粒子。忽略相对论效应。你认为哪位同学的看法合理？简要说明理由。



19.（10 分）

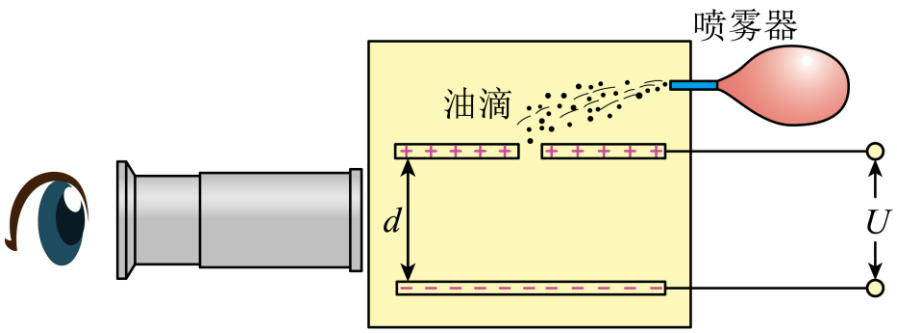
1913 年，美国物理学家密立根用油滴实验证明电荷的量子性并测出电子的电荷量，由此获得了 1923 年度诺贝尔物理学奖。

如图是密立根油滴实验的原理示意图，两个水平放置、相距为 d 的金属极板，上极板中央有一小孔。用喷雾器将细小的油滴喷入密闭空间，这些油滴由于摩擦而带了负电。油滴通过上极板的小孔进入到观察室中。当两极板电压为 U 时，某一油滴恰好悬浮在两板间静止。将油滴视为半径为 r 的球体，已知油滴的密度为 ρ，重力加速度为 g。

（1）求该油滴所带的电荷量 q。

（2）由于油滴的半径 r 太小，无法直接测量。密立根让油滴在电场中悬浮，然后撤去电场，油滴开始做加速运动；由于空气阻力的存在，油滴很快做近似匀速运动，测出油滴在时间 t 内匀速下落的距离为 h。已知球形油滴受到的空气阻力大小为 $f=6\pi\eta rv$，其中 η 为空气的粘滞系数，v 为油滴运动的速率。不计空气浮力。请推导半径 r 的表达式（用 η、h、t、ρ 和 g 表示）。

（3）实验发现，对于质量为 m 的油滴，如果改变它所带的电荷量 q，则能够使油滴达到平衡的电压必须是某些特定值 U_n，研究这些电压变化的规律可发现它们都满足方程 $U_n=\dfrac{mgd}{q}=nU_0$，式中 $n=\pm1$，±2，……。此现象说明了什么？



20.（12 分）

类比是研究问题的一种常用方法。

（1）物体受到地球的万有引力作用，可以认为是通过引力场发生的。已知地球的质量为 M，引力常量为 G。类比电场强度，推导地球在距地心为 r 处（r 大于地球半径）产生的引力场强度的表达式。

（2）经典电磁理论认为氢原子核外电子的运动与行星类似，在库仑引力的作用下绕核做匀速圆周运动。设电子的质量为 m，电荷量为 e，静电力常量为 k，电子处于基态时的轨道半径为 R。求电子处于基态时做圆周运动的线速度大小 v。

（3）a．物体从静止开始下落，除受到重力作用外，还受到一个与运动方向相反的空气阻力 $f=kv$（k 为常量）的作用。其速率 v 随时间 t 的变化规律可用方程 $G_1-kv=m\dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ 描述，其中 m 为物体质量，G_1 为其重力。求物体下落的最大速率 v_{m}；并在图 1 所示的坐标系中定性画出速度 v 随时间 t 变化的图像。

b．图 2 为“演示电容器充、放电”的实验电路图。电源电动势为 E、内阻不计。电容器的电容为 C，定值电阻的阻值为 R。将开关接 1，给电容器充电，写出充电过程中极板电荷量 q 随时间 t 变化的方程。类比 $v-t$ 图像，在图 3 所示的坐标系中定性画出电荷量 q 随时间 t 变化的图像。

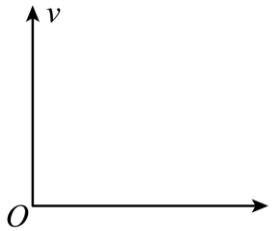


图1

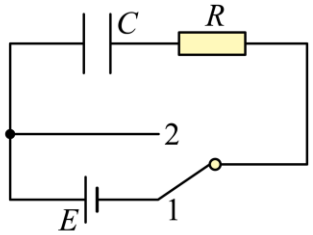


图2

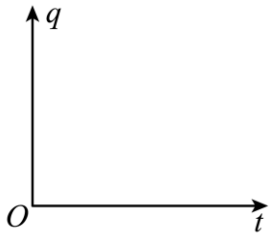


图3

参考答案

第一部分

本部分共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
答案	A	B	D	C	B	D	C	D	C	C	A	D	B	C

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15.（8 分）

（1）CD（2 分）　（2）$\frac{m(h_3-h_1)^2}{8T^2}$（2 分）　mgh_2（2 分）

（3）$3-2\cos\theta$（2 分）

16.（10 分）

（1）600　（2 分）　（2）$\frac{U}{I}$　（1 分）　偏大　（1 分）

（3）R_0　（2 分）　无（1 分）　（4）R_0'　（2 分）　小于（1 分）

17.（9 分）

【详解】（1）炮弹炸裂前瞬间速度为 $v_1=v_0\cos\theta$ 方向水平向右　（1 分）

炸裂过程中根据水平方向动量守恒，$2mv_1=mv_A+mv_B$　（1 分）

$v_A=0$，解得 $v_B=2v_0\cos\theta$ 方向水平向右　（1 分）

（2）炸裂前后系统机械能的变化量为 $\Delta E=\frac{1}{2}mv_B^2-\frac{1}{2}(2m)v_1^2$　（2 分）

解得 $\Delta E=mv_0^2\cos^2\theta$，系统机械能增加了　（1 分）

（3）炸裂后，A 做自由落体运动，B 做平抛运动，下落时间为 $t=\frac{v_0\sin\theta}{g}$　（1 分）

落地后，A、B 之间的水平距离 $\Delta x=v_Bt$　（1 分）

解得 $\Delta x=\frac{v_0^2\sin 2\theta}{g}$

18.（9 分）

（1）带电粒子在电场中加速运动过程中，根据动能定理，有 $qU=\frac{1}{2}mv^2$　（2 分）

解得 $v=\sqrt{\frac{2qU}{m}}$　（1 分）

（2）a．如果交流电源的频率等于带电粒子圆周运动的频率，那么带电粒子每次通过狭缝时都能被加速。

$qvB=m\frac{v^2}{r}$　（1 分）

$f=\dfrac{v}{2\pi r}$ （1 分）

解得 $f=\dfrac{qB}{2\pi m}$ （1 分）

b．乙同学的看法合理； （1 分）

理由是：带电粒子的动能 $E_{km}=\dfrac{1}{2}mv_m^2$ 而 $v_m=\dfrac{qBR}{m}$ 解得 $E_{km}=\dfrac{q^2B^2R^2}{2m}$。 $E_{km}\propto R^2$

与电压 U 无关，故乙同学的说法合理。 （2 分）

所以增大交流电源的电压 U，不能得到更大能量的粒子；增大 D 形盒的半径 R，能得到更大能量的粒子。

19.（10 分）

【详解】（1）油滴在电场中悬浮时，受力平衡 $mg=qE$ （1 分）

$m=\rho\cdot\dfrac{4}{3}\pi r^3$ （1 分）

$E=\dfrac{U}{d}$ （1 分）

解得 $q=\dfrac{4\pi g\rho dr^3}{3U}$ （1 分）

（2）撤去电场，油滴在空气中匀速运动时，受力平衡

$mg=6\pi\eta rv$ （1 分）

$v=\dfrac{h}{t}$ （1 分）

解得 $r=3\sqrt{\dfrac{\eta h}{2t\rho g}}$ （2 分）

（3）说明带电油滴所带电荷量 q 都是最小电荷量 e 的整数倍，证明了电荷的不连续性。（最小电荷量 e 就是电子的电荷值 $e=\dfrac{q}{n}$） （2 分）

20.（12 分）

（1）设质量为 m 的物体在距地心为 r 处，受到地球的万有引力大小为 $F=G\dfrac{mM}{r^2}$ （1 分）

类比电场强度的定义得引力场强度大小为 $g'=\dfrac{F}{m}$ （1 分）

解得 $g'=G\dfrac{M}{r^2}$ （1 分）

（2）氢原子核外电子在库仑力的作用下做匀速圆周运动

$k\dfrac{e^2}{R^2}=m\dfrac{v^2}{R}$ （2 分）

解得 $v=\sqrt{\dfrac{ke^2}{mR}}$　　（1 分）

（3）①当加速度为零时，速度最大，所以 $v_{\mathrm{m}}=\dfrac{G_1}{k}$　　（2 分）

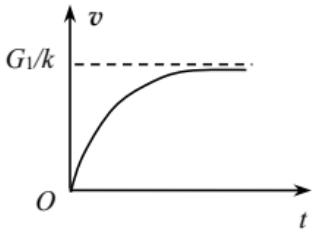
$v-t$ 图像如图 1 所示

②给电容器充电时，有 $U_C+U_R=E$

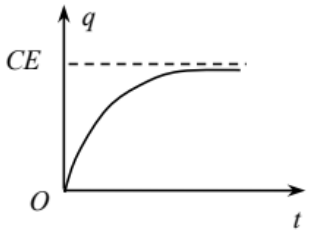
$U_C=\dfrac{q}{C}$，$U_R=IR$，$I=\dfrac{\Delta q}{\Delta t}$

解得 $E-\dfrac{q}{C}=R\dfrac{\Delta q}{\Delta t}$　　（2 分）

类比 $v-t$ 图像，可得 $q-t$ 图像如图 2 所示　　（1 分）



答图 1



答图 2